

I. INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays L.*, es uno de los productos de consumo más cotizados y necesario tanto, para el hombre como alimento para criar animales, pero con el desarrollo de la tecnología, innovación y uso para la elaboración de bio combustibles (bio etanol) se ha modificado el destino de la producción de este cereal causando una serie de problemas como es el bajo abastecimiento para la producción de balanceados y otros subproductos.

Además la alta demanda del cereal a nivel mundial es considerable por una serie de factores como el mencionado anteriormente y el crecimiento demográfico, el cambio de cultura alimenticia de diferentes países a nivel mundial como por ejemplo China (Fernández, 2007).

En el Ecuador la producción de maíz duro específicamente no es la mejor ya que se importa de otros países como USA con costos elevados ya sea por su precio de venta, transporte, impuestos, entre otros (Sica, 2007).

Según Romero, (2008), “la mayoría de la población en la Concepción Mira se dedica al cultivo de maíz duro, tomate de mesa y fréjol principalmente por las condiciones del lugar, su alto valor comercial, el problema de este lugar es el mal uso de semillas híbridas, mal manejo de fertilizantes y pesticidas; los agricultores de este lugar carecen de asesoramiento técnico calificado por lo que se guían en su experiencia empírica y las recomendaciones de los almacenes agrícolas”

Se considera importante iniciar este tema de investigación para conocer el comportamiento de nuevos materiales y técnicas de cultivo en la zona norte del país que tiene un gran potencial en esta actividad por sus valles y zonas subtropicales donde esta actividad es muy conocida.

La información generada por la presente investigación ofrece a los agricultores alternativas de mejorar sus rendimientos mediante el uso de los mejores híbridos y niveles de fertilización.

La demanda actual de maíz ha hecho que el precio suba considerablemente; por lo que, es una muy buena opción para cultivar y para que sea una actividad aun más rentable se hace necesario considerar un buen manejo en fertilización lo cual es parte de la investigación.

Se contribuirá a la seguridad alimentaria de la población de la parroquia La Concepción, indirectamente, ya que los agricultores de ésta zona cuentan con diversas especies de animales domésticos como pollos, conejos, cerdos y vacas los cuales podrán mejorar sus rendimientos con el grano de maíz o los restos de la cosecha.

Los objetivos que se plantearon en la investigación fueron:

Como general: Determinar el comportamiento de tres híbridos con cuatro niveles de fertilización en el cantón Mira para recomendar el de mejor rendimiento.

Y específicos: Realizar la caracterización morfológica, agronómica y de calidad de los tres híbridos de maíz duro. Identificar los híbridos con las mejores características en rendimiento de grano. Determinar la influencia de los niveles de fertilización sobre las características agronómicas de los híbridos. Y obtener el costo de producción por hectárea.

La hipótesis que se planteo fue que existirá un comportamiento uniforme de híbridos en esta zona. Los niveles de fertilización influyen en las características agronómicas de los híbridos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MAIZ (*Zea mays L.*)

Fuster (1974), expresa que “El maíz es una planta anual, originaria de América del sur, donde los aborígenes lo cultivaban para aprovechar el valor alimenticio de sus granos. En la actualidad su cultivo se ha extendido a muchas de las regiones templadas y cálidas del mundo. Importante como planta alimenticia es también excelente forrajera y tiene numerosas aplicaciones industriales.”

Martínez (1995), manifiesta que “En la Florida y nueva Granada los indígenas lo consumían, siendo la base de su régimen alimenticio, Los incas también lo consumían tierno, asados sobre la brasa. Europa la introdujeron los españoles y los portugueses, donde su desarrollo y extensión de cultivo no han cesado de aumentar, si bien su empleo principal es el alimento del ganado.”

2.2 Origen y Distribución del maíz

Cazco (2006), dice “El origen geográfico del maíz no se conoce con exactitud aunque existen evidencias que lo sitúan en México con anterioridad al año 5000 A.C. Vavilou sitúa el centro primario de origen el sur de México y Centroamérica, y un origen secundario de diversidad genética a los valles altos como: Perú, Ecuador, Bolivia. Tiene una amplia distribución geográfica se le encuentra desde las regiones este y sur este de EE.UU., MÉXICO AMERICA CENTRAL, Y DEL SUR.”

2.3 Taxonomía

Según Terán (2008), la clasificación botánica del maíz es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: Zea

Especie: maíz

Nombres Comunes: Maíz, morochillo, maíz duro amarillo.

Nombre científico: Zea mays L.

2.4 Descripción

Según Fuster (1974), “En esta planta, el fruto y la semilla forman un solo elemento: el grano o cariopse. La raíz es fibrosa. El tallo es una caña de unos 3cm de diámetro, valor promedio, y de 1 a 2,50 m de longitud, según las variedades. Las hojas son acintadas, paralelinervadas y de implantación alternada. Posee flores masculinas y femeninas en distintos lugares de una misma planta (monoica): las flores masculinas, en el penacho terminal del tallo, y las femeninas, en espigas axilares.”

2.5 Híbridos

Gostincar (1998), expone que “las variedades híbridas provienen del cruzamiento de dos líneas puras y tienen la ventaja de manifestar la heterosis o el llamado vigor híbrido. En las variedades híbridas, todos los individuos de la población son idénticos pero heterocigóticos, lo cual significa que no pueden reproducirse en individuos iguales a sí mismo. Las líneas puras de plantas auto gamas podrían conservarse indefinidamente, generaciones tras generaciones, si las siembras se mantuvieran libres de plantas extrañas. Las variedades sintéticas pueden desequilibrarse por el efecto selectivo del medio sobre los individuos integrantes de la población inicial y pueden perder potencial productivo. Finalmente, cabe apuntar que las variedades híbridas no se conservan o, lo que es lo mismo, su descendencia no resulta igual a los progenitores, ofreciendo una gran variabilidad.”

Tico (1995), expresa que “La hibridación del maíz ha logrado mejorar las especies, obteniéndose mayores cosechas y un mayor rendimiento.”

Cazco (2006), manifiesta que “El maíz se ha tomado como un cultivo muy estudiado para investigaciones científicas en los estudios de genética. Continuamente se está estudiando su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (masculina) por lo que se pueden crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado. Los objetivos de estos cruzamientos van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción. Por ello, se selecciona en masa aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas adversas y plagas.”

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

2.5.1 Ventajas del uso de híbridos

Castañedo (1990), manifiesta que “entre las ventajas de los híbridos en relación con las variedades criollas y las sintéticas se pueden citar las siguientes: mayor producción de grano; uniformidad en floración, altura de planta y maduración; plantas más cortas pero vigorosas, que resisten el acame y rotura; mayor sanidad de mazorca y grano; en general, mayor precocidad y desarrollo inicial.”

2.5.2 Desventaja del uso de híbridos

Castañedo (1990), dice que “entre las desventajas se puede señalar: reducida área de adaptación, tanto en tiempo como espacio (alta interacción genotipo-ambiente); escasa variabilidad genética que lo hace vulnerable a las epifitas; necesidad de obtener semillas para cada siembra y su alto costo; necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar su potencialidad genética; bajo rendimiento de forraje y rastrojo.”

2.6 Descripción de 3 híbridos de maíz amarillo o duro

A continuación se describen características de los tres híbridos expuestos a la investigación.

2.6.1 Maíz amarillo híbrido Pioneer 3041

Según PIONEER (2008), el híbrido de maíz amarillo pionner 3041 “Es un híbrido de maíz duro con altos rendimientos tanto en grano como en ensilaje, de gran rusticidad y adaptabilidad a suelos y ambientes tropicales como características: grano de color anaranjado, ciclo intermedio precoz (125 a 135 días), una altura de planta que va de 2.75 a 2.85m, buena cobertura de mazorca lo que ayuda a la calidad del grano, muy buena tolerancia a enfermedades y se recomienda una densidad de siembra de 55 a 60 mil semillas/ha.”

2.6.2 Maíz amarillo híbrido Pioneer 30F87

Según PIONEER (2008), el híbrido de maíz amarillo pionner 30F87 “Es un híbrido de maíz duro con altos rendimientos, sanidad foliar, uniformidad de mazorca y grano, como características: grano de color amarillo, ciclo intermedio (130 a 135 días), una altura de planta que va de 2.50 a 2.60m, excelente cobertura de mazorca lo que ayuda a la calidad del grano, excelente tolerancia al acame y enfermedades, se recomienda una densidad de siembra de 60 a 65 mil semillas/ha”

2.6.3 Maíz amarillo híbrido Brasilia

Agripac (2008), dice que el maíz amarillo híbrido brasilia “tiene un rendimiento de 140 qq/ha, ciclo 115 días, mazorcas muy grande cónica, profunda y tusa delgada, resistente al acame, cobertura de mazorca excelente; buen anclaje, grano grande, amarillo, excelente para la avicultura”

2.7 Requerimientos y exigencias del cultivo

Todas las plantas requieren una serie de nutrientes que los obtienen del medio que las rodea y se clasifican en no minerales (carbono, hidrógeno y oxígeno) y minerales. En el caso de los minerales se clasifican en primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), secundarios (calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes (boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, y zinc) todos son importantes y deben mantener un equilibrio para el óptimo desarrollo de los vegetales; se podría decir que el N,P,K son los elementos que más se toma en cuenta ya que estos son absorbidos en mayor cantidad por las plantas y se presentan deficiencias caso contrario de los secundarios y micro nutrientes que es menos probable encontrar deficiencias (INPOFOS, 1997).

El Departamento Agronómico para el Extranjero de la Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH (1994), indica que “Conforme a la ley del mínimo el crecimiento y la producción de una planta son limitados en cada caso por el nutriente disponible en cantidad mínima. El desarrollo completo solo será posible después de que la cantidad de cada nutriente este ajustada a los requerimientos específicos de cada planta.”

Cuadro 1. Extracción de elementos nutritivos por parte del maíz.

Cosecha de 4,5 TM/ha de maíz		
Nutrientes puros extraídos		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
130	40	155

Fuente: Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH (1970)

Cuadro 2. Recomendación para fertilización en el cultivo de maíz para grano.

Kg de nutrientes puros por hectárea		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O
100-120	100-120	100-160

Fuente: Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH (1970)

2.7.1 Nitrógeno (N)

El nitrógeno se encuentra en forma libre como componente del aire; en forma orgánica, constituyendo la formación de tejidos y órganos vegetales, animales, desechos y en forma mineral como compuestos simples que se caracterizan por su solubilidad mayor o menor según los distintos medios (Rodríguez, 2001).

El nitrógeno en la planta es esencial para el crecimiento ya que forma parte de cada célula viva. La planta absorbe el nitrógeno en forma de iones amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-) y algo en forma de urea y aminoácidos solubles por el follaje. En casos de deficiencia las plantas se tornan de un color amarillento ya que se le dificulta la síntesis de clorofila (INPOFOS, 1997).

2.7.2 Fósforo (P)

La planta absorbe el P como iones orto fosfato primario (H_2PO_4^-) y en pequeñas cantidades como orto fosfato secundario (HPO_4^{2-}) este elemento depende mucho del pH para que sea aprovechado por las plantas, su deficiencia se nota principalmente en las hojas viejas por su movilidad a las partes apicales, frutos y semillas. Los síntomas de deficiencia son el enrojecimiento del follaje más viejo, hojas distorsionadas y puede retardar la madurez del cultivo (INPOFOS, 1997).

Las plantas deficientes de fósforo son de crecimiento lento y a menudo enanas a la madurez (Miller, 1997).

Un gran número de plantas afectadas por deficiencias fosfóricas presentan un sistema radicular raquíticamente desarrollado, acompañado de síntomas generales de perturbación en su crecimiento. Las hojas y tallos de las plantas deficientes son frecuentemente pequeñas muestran una coloración verde-rojiza, café-rojiza, purpúrea o bronceada. La floración y la madurez son retardadas permaneciendo pequeñas las semillas y los frutos (Gross, 1996).

El exceso de fósforo puede acelerar unilateralmente la madurez a costo del crecimiento vegetativo. Además de ello, las deficiencias de elementos menores (particularmente zinc y hierro) han sido atribuidas en ciertos casos a un exceso de fosfatos que origina depresiones en el rendimiento (Jacob; Kull, 1964).

2.7.3 Potasio (K)

Según INPOFOS (1997), “El potasio es absorbido por la planta de forma iónica (K⁺) a diferencia del N y P que forman compuestos orgánicos. El K₂O tiene como funciones la síntesis de proteínas; controlar el balance iónico; activa sistemas enzimáticos del metabolismo de las plantas; es importante en la formación de los frutos ayuda a resistir heladas y ataque de enfermedades.

En caso de deficiencias los síntomas son marchitamiento y quemaduras del borde de las hojas además el crecimiento es lento, mal desarrollo radicular y tallos débiles por consiguiente acames. Las semillas son de mala calidad y muy pequeñas (INPOFOS, 1997).

2.7.4 Nutrientes secundarios y Micro Nutrientes

El Ca, Mg y S son secundarios por las cantidades absorbidas, no por su importancia además estos están interactuando con otros nutrientes.

Los micro nutrientes que son el B, Cu, Cl, Fe, Mn, Mo y Zn de igual manera son sumamente importantes con la diferencia que son absorbidos en pequeñísimas cantidades. Cuando todos los nutrientes están en equilibrio el desarrollo de los cultivos son de lo más normal pero basta el déficit de uno de ellos para que los problemas se presenten (INPOFOS, 1997).

2.8 El pH del suelo

INPOFOS (1997), define al pH del suelo como “la relativa condición básica o ácida. La escala de pH cubre un rango de 0 a 14. Un valor de pH 7 es neutro, sobre 7 básico y al contrario ácido”.

Para una adecuada agricultura es necesario manejarse con valores de pH neutros o no alejados de este valor ya que caso contrario el cultivo se vera afectado por el bloqueo de nutrientes o toxicidad.

2.9 Suelo

El suelo es donde se encuentran la mayoría de los elementos que la planta requiere para nutrirse, además es una estructura de arena limo y arcillas a la cual se une la materia orgánica, donde se albergan las raíces de la planta cumpliendo la función de sostén y absorción de nutrientes (IMPOFOS, 1997).

Tecnur, (2008) define al suelo como “la parte fundamental de los ecosistemas terrestres. Contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. En el se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por tanto, todo el desarrollo del ecosistema”

2.10 Cultivo de maíz en Ecuador.

Rizzo (2001), manifiesta que “En condiciones normales, la superficie anual dedicada al cultivo de maíz duro en el país es de 350 mil Has, de las cuales 230 mil Has. Se siembran en el ciclo de invierno y 120 mil Has en verano. Las provincias maiceras son la siguientes: el 35% del área maicera se siembra en Manabí, un 27% en Los Ríos y un 23% en Guayas; los rendimientos más altos se obtienen en Los Ríos 3.7 Tm/Ha, seguidos por los de Guayas 3 Tm/Ha y Manabí con los más bajos 2 Tm/Ha” aclarando que en el Ecuador no existe invierno y verano sino que época seca y lluviosa.

2.11 Rendimiento

La productividad nacional actual del maíz duro, en términos de rendimientos, fluctúa entre 1.5 Tm/Ha a nivel de pequeños agricultores con tecnología tradicional y los 3.7 Tm/Ha para el nivel tecnificado, en las mejores condiciones edafo-climáticas de la provincia de Los Ríos, el rendimiento promedio ponderado nacional es de 2 Tm/Ha; con un costo de producción estimado en 732 dólares por hectárea. A nivel mundial, los rendimientos promedios son del orden de 4 Tm/Ha. El rendimiento en EE.UU. es de 7.9 Tm/Ha, en Argentina 5 Tm/Ha; esto nos da una idea de que mediante la aplicación de la técnica con los recursos humanos y

financieros para ello, el país podría duplicar sus rendimientos actuales (Rizzo, 2001).

Medina (2003), indica que “la media de producción de maíz duro en el Ecuador es de 2.1 TM/ha, en Colombia es de 1.5 TM/ha, en Argentina es de 4.5 TM/ha y en los EE.UU es de 8.0 TM/ha.”

2.12 Importancia

Según el Departamento de Agricultura de la FAO (2003), “Los tipos de maíz más importantes son Amarillo duro, dentado, reventón, dulce, harinoso, ceroso y tunicado. Económicamente, los tipos más importantes de maíz cultivados para grano o forraje y ensilaje caen dentro de las tres categorías más importantes el amarillo duro, dentado y harinoso. Un cuarto tipo de maíz que puede ser agregado a los anteriores es el maíz con proteínas de calidad (MPC) basado en el mutante *o2* obtenido en la búsqueda de una mejor calidad de las proteínas. Los tipos de maíz de menor importancia comparativa como aquellos usados como alimento o forraje, pero con un importante valor económico agregado son: maíz reventón cultivado por sus granos para preparar bocadillos; tipos de maíz dulce cultivados para consumir las mazorcas verdes, y tipos de maíz ceroso.”

Cuadro 3. Área sembrada con varios tipos de maíz en los trópicos

Tipos de maíz	Área sembrada (millones de ha)
Amarillo duro	20,0
Blanco duro	12,5
Blanco dentado	19,0
Amarillo dentado	9,5
Harinoso y Morocho	0,6
Reventón, dulce y ceroso	Muy limitada

Fuente: CIMMYT, 1988, 1994

2.13 Industria

El maíz duro producido en el Ecuador satisface principalmente a la industria procesadora de alimentos balanceados para alimentación animal (aves, ganadería, camarones). Se estima que esta industria absorbe casi totalidad de la producción comercializada, el resto de maíz duro es utilizado en el autoconsumo. La industria procesadora de alimentos balanceados más importantes del país están reunidos en AFABA (Asociación de Fabricantes de Alimentos Balanceados) representa en efecto 32 miembros o empresas en todo el país que producen alimento balanceado para la industria avícola, camaronera y desarrollo ganadero (Sica, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del área de estudio

3.1.1 Características geográficas:

Provincia: Carchi

Cantón: Mira

Parroquia: La Concepción

Lugar: La Concepción

Latitud: 820010,94 (0° 36' 10" N)*

Longitud: 10067647,57 (78° 7' 9" W)*

Altitud: 1370 m.s.n.m.*

3.1.2. Condiciones climáticas

Temperatura media anual: 24°C promedio anual.¹

Precipitación media anual: 450 mm.¹

Humedad relativa: 65%.¹

Meses secos: julio, agosto, septiembre

Fuente:* I.G.M., 2007; ¹ Gobierno Municipal del Cantón Mira, 2008

3.1.3. Condiciones de suelo

3.1.3.1. Clasificación taxonómica

Orden: Mollisol

Sub-orden: Ustoll

Gran grupo: Haplustol

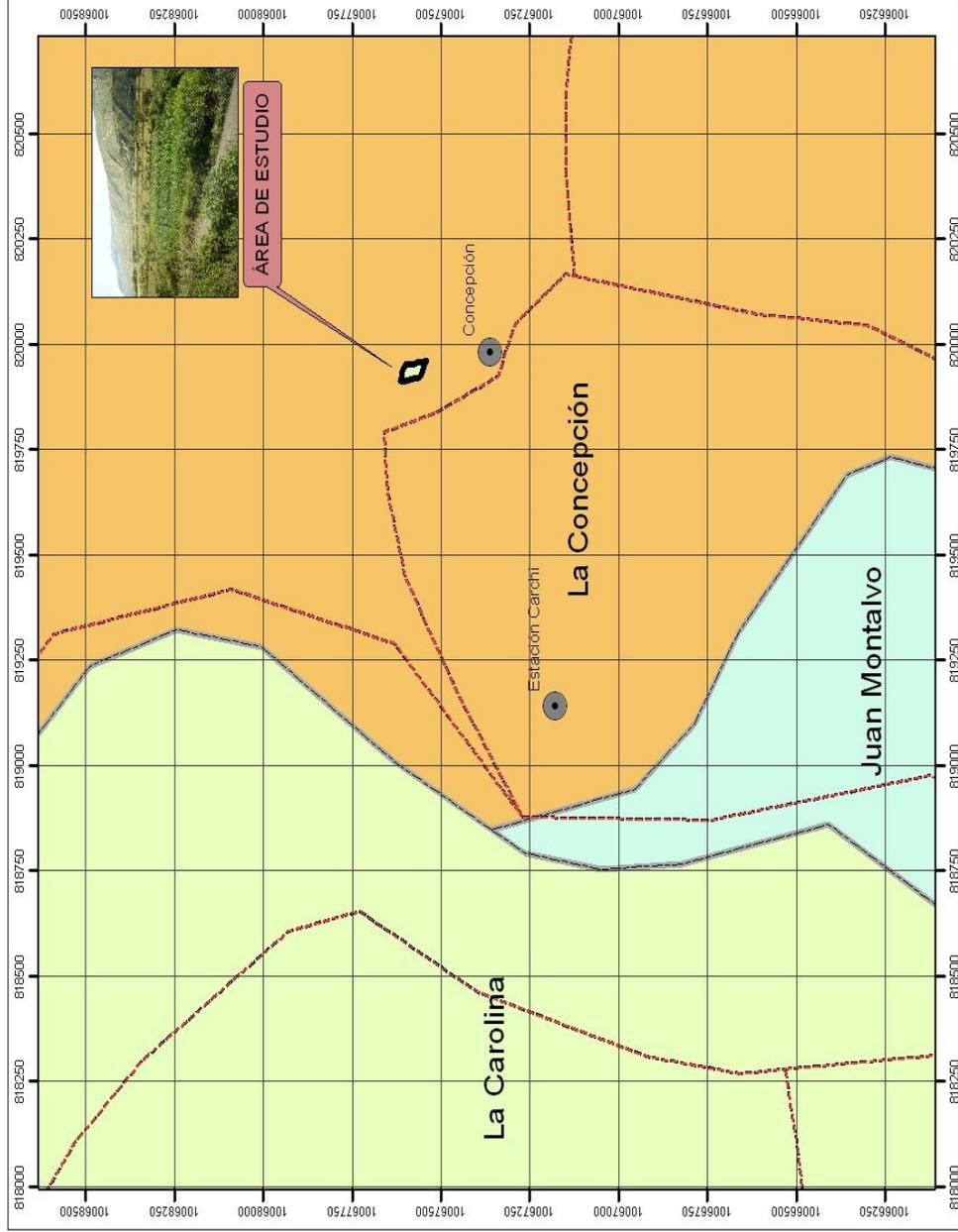
Fuente: SIGAGRO

Para Peralvo D. (2008), los molisoles son suelos de color oscuro que se han desarrollado a partir de sedimentos minerales en climas templado húmedo a semiárido, tienen una estructura granular que facilita el movimiento del agua y el aire. En estos suelos se obtienen rendimientos muy altos sin utilizar gran cantidad de fertilizantes.

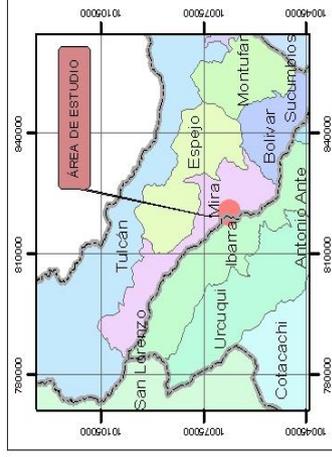
3.1.3.2. Características físico-químicas del suelo

Suelo de pH 8.3 alcalino con 1.5% de materia orgánica, tiene 39.65% de arena, 5.56% de limo, 3.80 de arcilla considerándole un suelo “franco limoso”, (LABONORT, 2008).

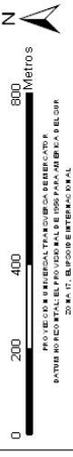
UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA



UBICACIÓN EN EL CANTÓN MIRA



ESCALA: 1:500



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS:
EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE MAÍZ DURO CON
CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA CONCEPCIÓN,
CANTÓN MIRA

AUTOR: DAVID AGUILAR C.

DIRECTOR: ING. RAÚL BARRAGÁN

CONTIENE: **MAPA DE UBICACIÓN**

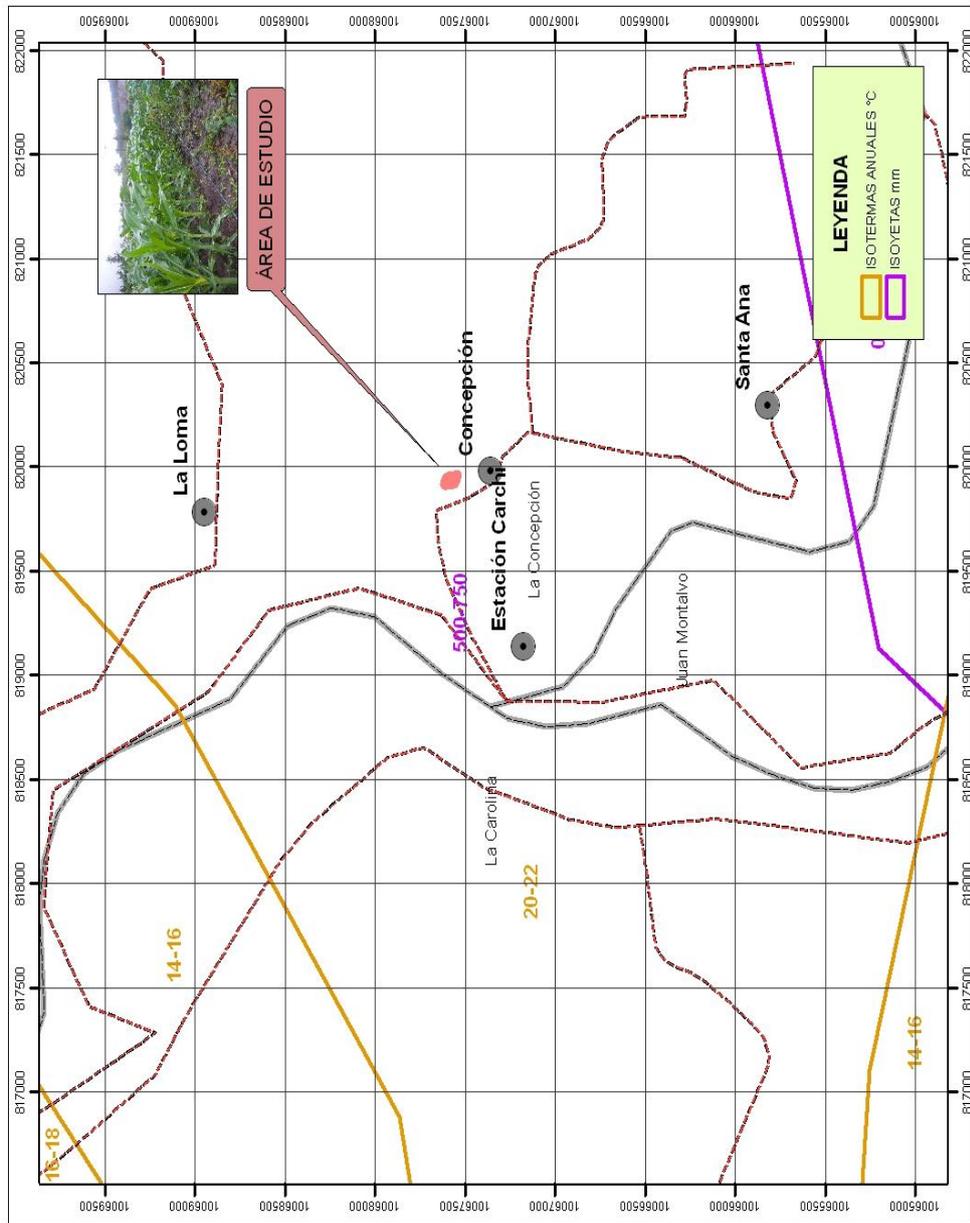
ESCALA: 1:15.000

FUENTE: A.E.E., 2005

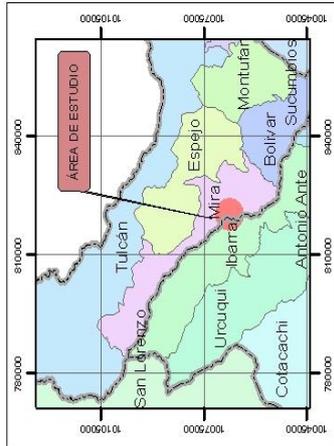
ELABORACIÓN: EL AUTOR

HOJA: 1 DE 3

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

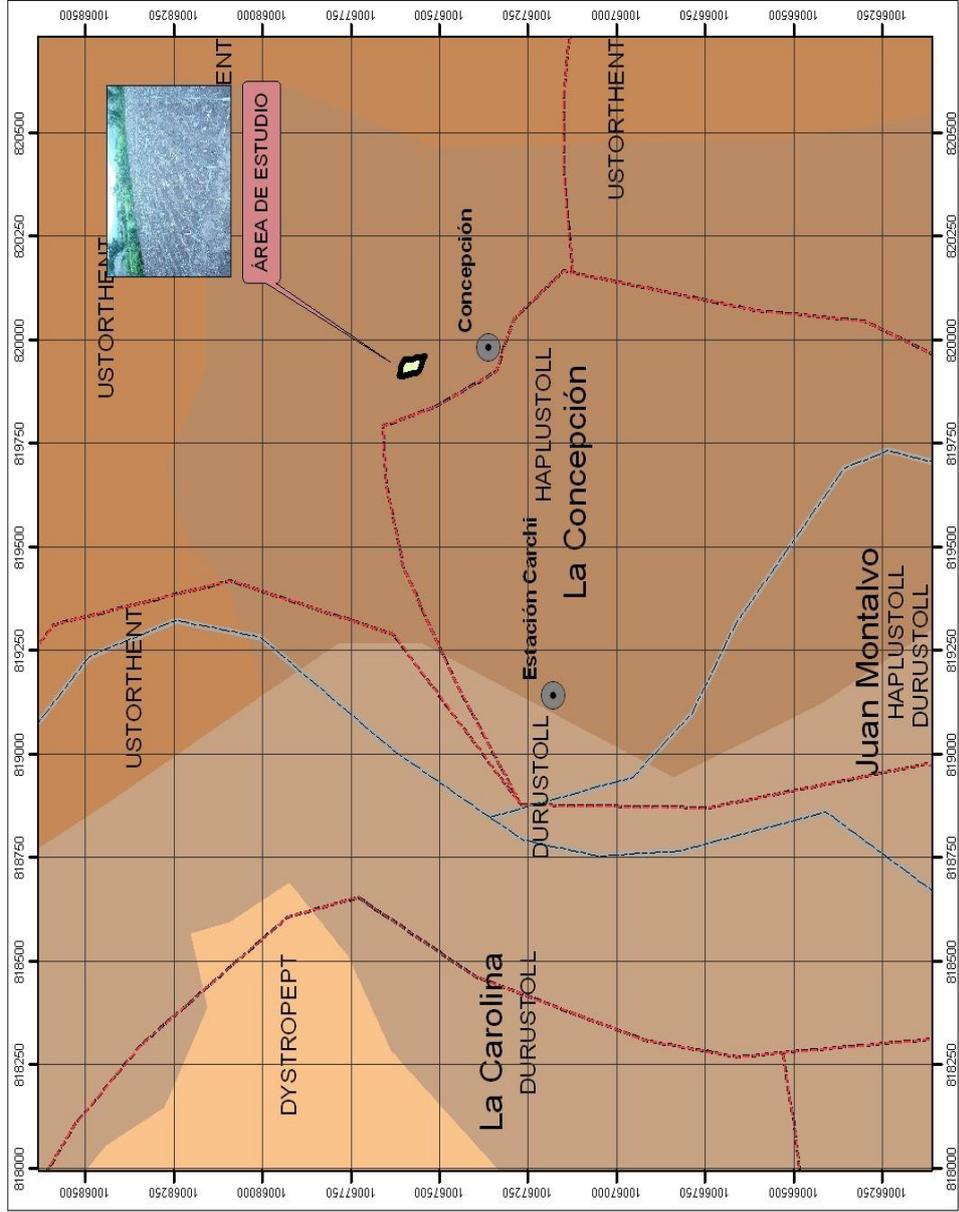


UBICACIÓN EN EL CANTÓN MIRA

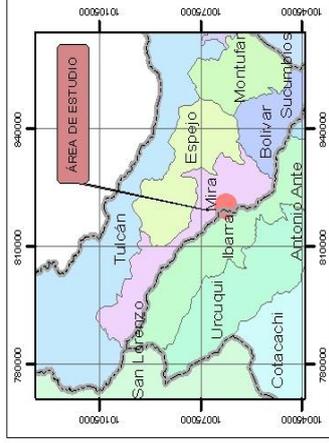


UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES	
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA	
TESES:	
EVALUACIÓN DE TRES VARIETADES DE MAÍZ DURO CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA CONCEPCIÓN, CANTÓN MIRA	
AUTOR:	DAVID AGUILAR C.
DIRECTOR:	ING. RAÚL BARRAGÁN
CONTIENE:	
MAPA DE ISOYETAS E ISOTERMAS MEDIAS ANUALES	
ESCALA:	1:50.000
FUENTE:	LOMA, 2006
ELABORACIÓN:	EL AUTOR
HOJA:	2 DE 3

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE SUELOS



UBICACIÓN EN EL CANTÓN MIRA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES	
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA	
TESIS: EVALUACIÓN DE TRES VARIETADES DE MAÍZ DURO CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA CONCEPCIÓN, CANTÓN MIRA	
AUTOR:	ING. RAÚL BARRAGÁN
CONTIENE: MAPA DE TIPOS DE SUELOS	
ESCALA:	1:15.000
FUENTE:	I.O.M., 2006
ELABORACIÓN:	EL AUTOR
HOJA:	3 DE 3
SIGADO, 2008	

3.2 Materiales y equipos

3.2.1 Laboratorios

- Laboratorio de suelos para análisis de los contenidos de nutrientes, pH, y propiedades físicas (textura).

3.2.2. Materiales y equipos

- De medición (G.P.S., calibrador, flexómetro, estacas y cuerda y/o cinta)
- Cámara fotográfica
- Computador
- Herramientas (pala, azadón, espeque)
- Bomba de mochila
- Equipo de seguridad (botas, overol, guantes, gafas mascarilla y gorra)

3.2.3 Insumos

- Semillas híbridas
- Pesticidas (insecticidas y fungicidas)
- Fertilizantes (edáfico y foliar)
- Fijadores y reguladores de pH

3.3 Métodos

3.3.1 Factores en estudio

Los factores en estudio corresponden a los híbridos y fertilizantes:

Híbridos (H)

H1: semillas híbridas Pioneer 3041

H2: semillas híbridas Pioneer 30F87

H3: semillas híbridas Brasilia

Fertilizantes (F)

F0: testigo absoluto (sin fertilización)

F1: 10% menos de la recomendación del análisis de suelo (63 N, 18 P₂O₅, 18 K₂O)

F2: recomendación de acuerdo al análisis de suelo (70N, 20 P₂O₅, 20K₂O)

F3: 10% más de la recomendación del análisis de suelo (77 N, 22 P₂O₅, 22 K₂O)

3.3.2 Tratamientos

Se aplicaron doce tratamientos simbolizados con la letra T, descritos a continuación:

Cuadro 4. Factores en estudio (parcelas divididas)

Parcela Grande	Parcela Pequeña	Tratamientos
F0	H1	T1
	H2	T2
	H3	T3
F1	H1	T4
	H2	T5
	H3	T6
F2	H1	T7
	H2	T8
	H3	T9
F3	H1	T10
	H2	T11
	H3	T12

3.3.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de parcelas divididas (DPD) bajo una distribución de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones.

3.3.4 Características del experimento

Las características del experimento se indican a continuación:

Bloques	3
Híbridos (H)	3
Niveles de fertilización (F)	4
Nº de unidades experimentales	36

Característica de la unidad experimental: 6m de largo por 4m de ancho, 24m²; área neta de 864m² y un área total de 1144m²

3.3.5. Análisis estadístico.

El análisis estadístico empleado se representa en el siguiente esquema de análisis de varianza:

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza

F.V.	G.l.
Bloques	2
Fertilización (F)	3
Error (A)	6
Híbridos	2
F x H	6
Error (B)	16
Total	35

C.V. (a)

C.V. (b)

En los casos que se detectaron diferencias significativas se utilizó pruebas de Duncan al 5%.

3.3.6 Variables evaluadas

Se evaluaron las siguientes ocho variables:

3.3.6.1 Días a la floración

El dato días a la floración fue considerado desde el día de la siembra hasta que la parcela presento el 60% y más de sus plantas con inflorescencias masculinas y femeninas.

3.3.6.2 Altura de inserción de la mazorca

La altura de inserción de la mazorca fue considerada desde el cuello de la planta hasta el lugar de inserción de la mazorca y el dato se midió en metros.

3.3.6.3 Altura total de la planta

El dato de altura total de la planta fue tomado en metros desde el cuello del maíz hasta el ápice de la flor masculina.

3.3.6.4 Días a la cosecha

Se consideró como día a la cosecha desde el día de la siembra hasta cuando las plantas presentaron las siguientes características: planta seca en un 50%, cutul seco, la base del embrión con una marca negra (madures fisiológica) y un 30% de mazorcas caídas.

3.3.6.5 Diámetro de la mazorca

Este dato se tomó después de la cosecha a la mitad de la mazorca con un calibrador en centímetros.

3.3.6.6 Longitud de la mazorca

Se midió luego de la cosecha desde la base de la mazorca hasta la punta de la misma con un calibrador en centímetros.

3.3.6.7 Rendimiento del grano seco

Esta variable se la midió al cosechar la parcela neta, se procedió a pesarla y luego se la expresó en toneladas por hectárea cuando el grano estuvo con una humedad del 13% aproximadamente.

3.3.6.8 Costos de producción

Se realizó el análisis de costos para cada tratamiento utilizando como unidad costo/ha/ciclo.

3.4 Manejo específico del experimento

3.4.1 Reconocimiento y delimitación del área donde se realizó el experimento con un G.P.S.

3.4.2 Labor pre cultural: Se tomó muestras de suelo con las que se hizo el análisis de las condiciones físicas y químicas con las que se estableció los niveles de fertilización química.

3.4.3 La preparación del suelo (arado, rastrado y surcado) se la ejecutó con tracción animal o yunta.

3.4.4 Se parceló el sitio con cinta de acuerdo con el diseño experimental a utilizar

3.4.5 Siembra: se utilizó un marco de siembra de 0.2m x 0.8m de acuerdo a las especificaciones del productor de semillas.

3.4.6 Fertilización: se realizó conjuntamente con la siembra utilizando el fertilizante triple 16 de acuerdo a las especificaciones del experimento y la segunda fertilización se la realizó con urea a los 15 días de la germinación para completar los niveles de nitrógeno. se utilizaron abonos foliares para todos los tratamientos por igual utilizando específicamente micro elementos.

3.4.7 Riego: se realizó un solo riego a los cincuenta y nueve días del cultivo gracias al temporal lluvioso.

3.4.8 Controles fitosanitarios: se llegó a realizar cinco controles fitosanitarios que fueron hechos cada quince días utilizando insecticidas como clorpirifos y cipermetrina; fungicidas como carbendazim y metiltiofanato. Se llegó a dicho número de controles por el severo ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

3.4.9 Labores culturales: se realizó un rascadillo a los veinte y tres días de la siembra y una deshierba a los cuarenta y cuatro días de la siembra.

3.4.10 Cosecha: se efectuó separando los bordes y de cosecho por separado cada parcela neta para luego desgranar y pesar.

3.4.11 Toma de datos: se tomaron todos los datos de acuerdo a las especificaciones que se encuentran en las variables a evaluarse.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron los siguientes:

4.1 DÍAS A LA FLORACIÓN

En el cuadro numero 6 se presenta el arreglo combinatorio de la variable días a la floración.

Cuadro 6. Arreglo combinatorio para días a la floración.

Arreglo combinatorio						
	F0	F1	F2	F3	Σ	x
H1	76,0	74,0	75,0	74,7	299,7	74,9
H2	77,3	77,0	76,0	76,0	306,3	76,6
H3	72,3	70,7	69,0	70,0	282,0	70,5
Σ	225,6	221,7	220,0	220,7	888,0	
X	75,2	73,9	73,3	73,5		74,0

Cuadro 7. Análisis de varianza para días a la floración.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	1,17	2	0,58	0,127		
Niveles de fertilización química	19,33	3	6,44	1,406 ^{ns}	4,76	9,78
Error A	27,50	6	4,58			
Híbridos	237,17	2	118,58	35,135**	3,63	6,23
F x H	8,83	6	1,47	0,436 ^{ns}	2,74	4,2
Error B	54,00	16	3,38			
Total	348,00	35				
C.V.(a) = 2.89%						
C.V.(b) = 2.48%						
Media 74días.						

ns= No significativo.

**= Significativo al 1 %.

En el análisis de varianza del Cuadro 7, se observa que no existen diferencias significativas para repeticiones, niveles de fertilización y la interacción. Siendo significativo al 1% para híbridos.

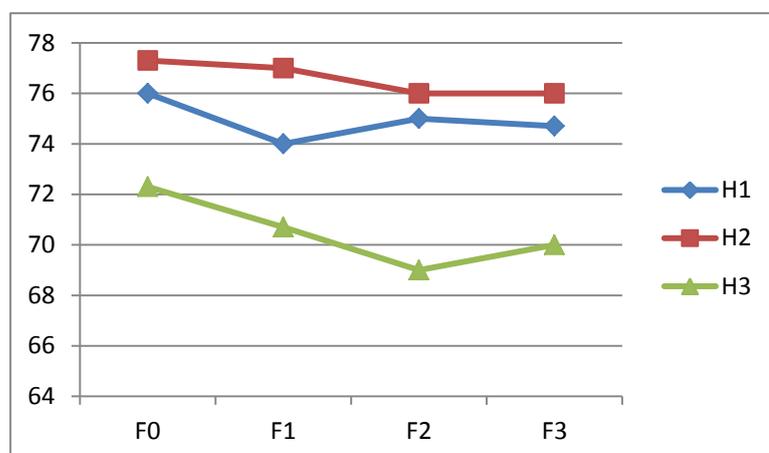
El promedio de días a la floración fue 74 días. Y los coeficientes de variación del 2.89% y 2.48 %.

Cuadro 8. Duncan al 5% para días a la floración en híbridos de maíz duro.

Híbridos	Código	Media Días	Duncan 5%
Pioneer 30F87	H2	76,6	A
Pioneer 3041	H1	74,9	B
Brasilia Grano plano	H3	70,5	C

La prueba de Duncan al 5% cuadro 8 detecta la presencia de tres rangos siendo el híbrido H3 el que ocupa la tercera categoría, y por lo tanto el que mejor precocidad presentó a los 70,5 días.

Gráfico 1. Efecto de la interacción de niveles de fertilizante por híbridos sobre los días a la floración.



En el gráfico 1 se presenta la respuesta de los híbridos a los diferentes niveles de fertilización, en el que se observa el comportamiento del H3 que es el más precoz, disminuye el tiempo de floración con la F1 y F2, y luego tiende a aumentar al incrementar el fertilizante.

4.2 ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA

En el cuadro numero 9 se presenta el arreglo combinatorio de la variable altura de inserción de la mazorca.

Cuadro 9. Arreglo combinatorio para la altura de inserción de la mazorca.

Arreglo combinatorio						
	F0	F1	F2	F3	Σ	x
H1	0,79	0,86	0,85	0,89	3,39	0,85
H2	0,75	0,88	0,91	0,85	3,39	0,85
H3	0,77	0,83	0,78	0,95	3,33	0,83
Σ	2,31	2,57	2,54	2,69	10,11	
X	0,77	0,86	0,85	0,90		0,84

Cuadro 10. Análisis de varianza para la altura de inserción de la mazorca.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	0,06	2	0,03	1,61		
Niveles de fertilización química	0,08	3	0,03	1,46 ^{ns}	4,76	9,78
Error A	0,11	6	0,02			
Híbridos	0,002	2	0,001	0,06 ^{ns}	3,63	6,23
F x H	0,05	6	0,01	0,62 ^{ns}	2,74	4,2
Error B	0,20	16	0,01			
Total	0,50	35				
C.V.(a) = 16.83%						
C.V.(b) = 11.90%						
Media 0.84 m.						

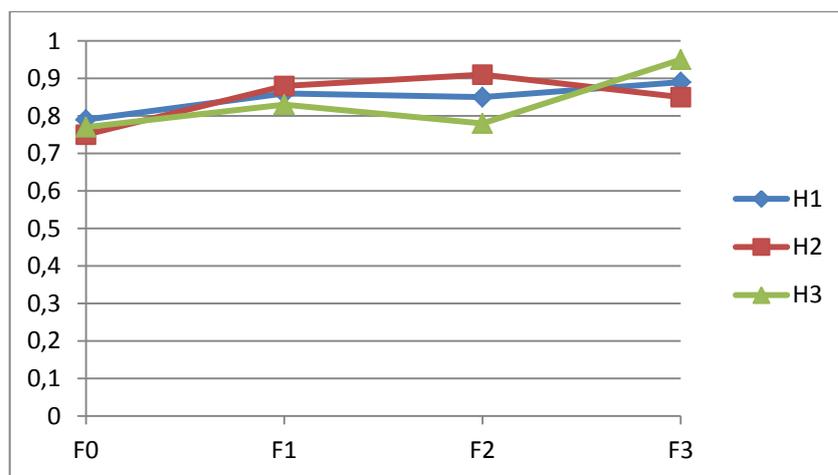
ns= No significativo.

En el análisis de varianza del Cuadro 10, se observa que no existen diferencias significativas para repeticiones, niveles de fertilización, híbridos y la interacción.

El promedio de altura de inserción de la mazorca fue 0.84 m. Y los coeficientes de variación del 16.83% y 11.90 %.

Al respecto se debe indicar que en los reportes de información de la productora de semillas Pioneer, (2008) el promedio de los híbridos es 1,3m en cambio en las condiciones donde se realizó la investigación este valor es muy inferior lo que significa una ventaja para reducir problemas de acame.

Gráfico 2. Efecto de la interacción de niveles de fertilizante por híbridos sobre la altura de inserción de la mazorca en m.



En el gráfico 2 se presenta la respuesta de los híbridos a los diferentes niveles de fertilización, en el que se observa un comportamiento similar en cada nivel además se puede ver un ligero incremento a medida que se aumenta los niveles de fertilización.

4.3 ALTURA DE LA PLANTA

En el cuadro numero 11 se presenta el arreglo combinatorio de la variable altura de planta.

Cuadro 11. Arreglo combinatorio para la altura de la planta.

Arreglo combinatorio						
	F0	F1	F2	F3	Σ	X
H1	2,03	2,36	2,35	2,35	9,09	2,27
H2	2,03	2,30	2,32	2,23	8,88	2,22
H3	2,03	2,23	2,10	2,20	8,56	2,14
Σ	6,09	6,89	6,77	6,78	26,53	
X	2,03	2,30	2,26	2,26		2,21

Cuadro 12. Análisis de varianza para la altura de la planta en m.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	0,06	2	0,03	1,57		
Niveles de fertilización química	0,40	3	0,13	7,49*	4,76	9,78
Error A	0,11	6	0,02			
Híbridos	0,11	2	0,05	2,08 ^{ns}	3,63	6,23
F x H	0,07	6	0,01	0,43 ^{ns}	2,74	4,2
Error B	0,42	16	0,03			
Total	1,15	35				
C.V.(a) = 6.40%						
C.V.(b) = 7.84%						
Media 2.21 m.						

ns= No significativo.

*= Significativo al 5 %.

En el análisis de varianza del Cuadro 12, se observa que no existen diferencias significativas para repeticiones, híbridos y la interacción. Siendo significativo al 5% para los niveles de fertilización.

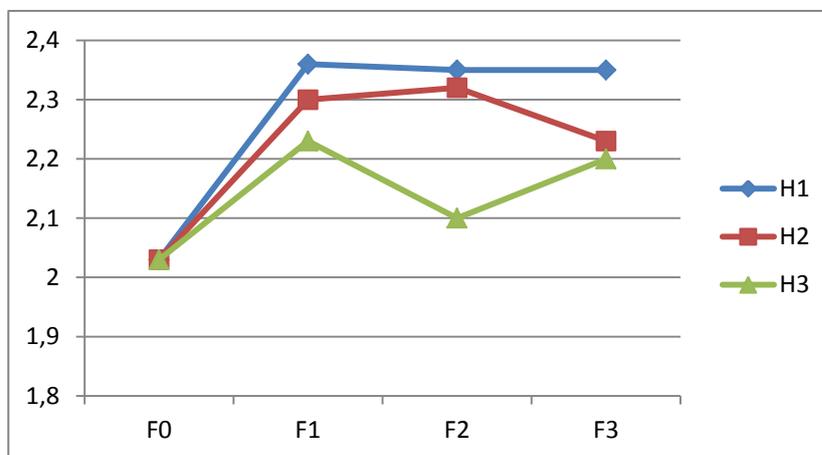
El promedio de la altura de planta fue 2.21 m. Y los coeficientes de variación del 6.40% y 7.84 %.

Cuadro 13. Prueba de Duncan al 5% para niveles de fertilizante.

Niveles de fertilización químico	Media m	Duncan 5%
F1	2.30	A
F3	2.26	A
F2	2.25	A
F0	2.03	B

La prueba de Duncan al 5% cuadro 13 detecta la presencia de dos rangos, siendo más altas las que ocupan la primera categoría, además se debe indicar que el de la segunda categoría corresponde al nivel de fertilización cero y su altura promedio está muy por debajo de las que tienen fertilización. Como INPOFOS, (1997) manifiesta “uno de los síntomas de deficiencia de nitrógeno es plantas pequeñas y crecimiento lento en el caso del fosforo la primera señal de falta de P es una planta pequeña y las plantas con deficiencia de K cresen lentamente, tienen un sistema radicular mal desarrollado, los tallos son muy débiles y el acame es muy común.” Razones por la cual se observa que las plantas con fertilización F1, F2 y F3 tienen un mayor tamaño a diferencia del F0 con plantas más pequeñas.

Gráfico 3. Efecto de la interacción de niveles de fertilizante por híbridos sobre la altura de la planta en m.



En el gráfico 3 se presenta la respuesta de los híbridos a los diferentes niveles de fertilización, en el que se observa al H1 como el híbrido más alto y en el caso de niveles de fertilización el F0 en más bajo que el resto y en los casos que tienen fertilizante la altura se modifica con mayor altura.

4.4 DIAS A LA COSECHA

En el cuadro numero 14 se presenta el arreglo combinatorio de la variable días a la floración.

Cuadro 14. Arreglo combinatorio para los días a la cosecha.

Arreglo combinatorio						
	F0	F1	F2	F3	Σ	x
H1	130,7	133,7	132,3	132,7	529,4	132,4
H2	143,0	145,0	144,0	142,0	574,0	143,5
H3	131,7	133,7	132,0	134,3	531,7	132,9
Σ	405,4	412,4	408,3	409,0	1635,1	
X	135,1	137,5	136,1	136,3		136,3

Cuadro 15. Análisis de varianza para los días a la cosecha.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	0,17	2	0,08	0,16		
Niveles de fertilización química	24,75	3	8,25	15,63**	4,76	9,78
Error A	3,17	6	0,53			
Híbridos	948,17	2	474,08	214,68**	3,63	6,23
F x H	19,17	6	3,19	1,45 ^{ns}	2,74	4,2
Error B	35,33	16	2,21			
Total	1030,75	35				
C.V.(a) = 0.53%						
C.V.(b) = 1.09%						
Media 136,25 días						

ns= No significativo.

**= Significativo al 1 %.

En el análisis de varianza del Cuadro 15, se observa que no existen diferencias significativas para repeticiones y la interacción niveles. Siendo significativo al 1% para los niveles de fertilización e híbridos.

El promedio de días a la cosecha fue de 136.25 días. Y los coeficientes de variación del 0.53% y 1.09 %.

Cuadro 16. Prueba de Duncan al 5% para niveles de fertilizante.

Niveles de fertilización químico	Media Días	Duncan 5%
F1	137.4	A
F3	136.3	B
F2	136.1	B
F0	135.1	C

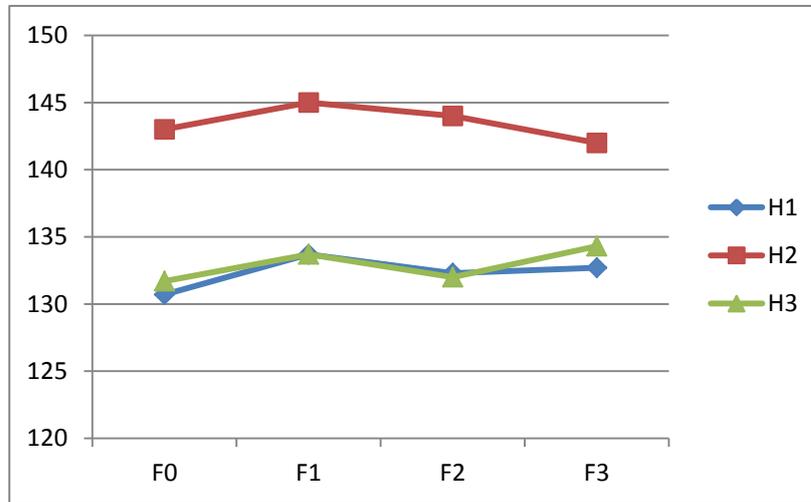
La prueba de Duncan al 5% cuadro 16 detecta la presencia de tres rangos siendo la fertilización F0 la que ocupan la tercera categoría como la más precoz a la cosecha, además se debe indicar que la segunda categoría se encuentran los niveles F2 y F3 como los más precoces en presencia de fertilizante.

Cuadro 17. Prueba de Duncan al 5% para híbridos.

Híbridos	Código	Media Días	Duncan 5%
Pioneer 30F87	H2	143,5	A
Brasilia Grano plano	H3	132,9	B
Pioneer 3041	H1	132,3	B

La prueba Duncan al 5% cuadro 17 detecta la presencia de dos rangos, siendo los híbridos H1 y H3 los que ocupan la segunda categoría como los más precoces a la cosecha. Los reportes de información de la productora de semillas, (2008) señala que “el híbrido H1 tiene un ciclo de 130 días y el H2 un ciclo de 135.” Y Agripac, (2008), dice que “el maíz amarillo híbrido brasilia (H3) tiene un ciclo de 115 días”, el comportamiento en el lugar de estudio es distinto para los diferentes híbridos a excepción del H1 que fue similar a lo indicado por el productor.

Gráfico 4. Efecto de la interacción de niveles de fertilizante por híbridos sobre los días a la cosecha.



En el gráfico 4 se presenta la respuesta de los híbridos a los diferentes niveles de fertilización, en el que se observa a los híbridos H1 y H3 como los más precoces y en lo referente a niveles de fertilización no hay mucha diferencia.

4.5 DIÁMETRO DE LA MAZORCA

En el cuadro numero 18 se presenta el arreglo combinatorio de la variable diámetro de mazorca.

Cuadro 18. Arreglo combinatorio para el diámetro de mazorca.

Arreglo combinatorio						
	F0	F1	F2	F3	Σ	X
H1	4,70	5,12	5,02	5,08	19,92	4,98
H2	4,77	5,02	5,11	5,00	19,90	4,98
H3	4,53	4,94	4,91	5,08	19,46	4,87
Σ	14,00	15,08	15,04	15,16	59,28	
x	4,67	5,03	5,01	5,05		4,94

Cuadro 19. Análisis de varianza para el diámetro de mazorca en cm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	0,02	2	0,01	0,21		
Niveles de fertilización química	0,91	3	0,30	8,62*	4,76	9,78
Error A	0,21	6	0,04			
Híbridos	0,10	2	0,05	2,46 ^{ns}	3,63	6,23
F x H	0,11	6	0,02	0,87 ^{ns}	2,74	4,2
Error B	0,33	16	0,02			
Total	1,68	35				

C.V.(a) = 4.05%
 C.V.(b) = 2.86%
 Media 4.94cm.

ns= No significativo

*= Significativo al 5 %.

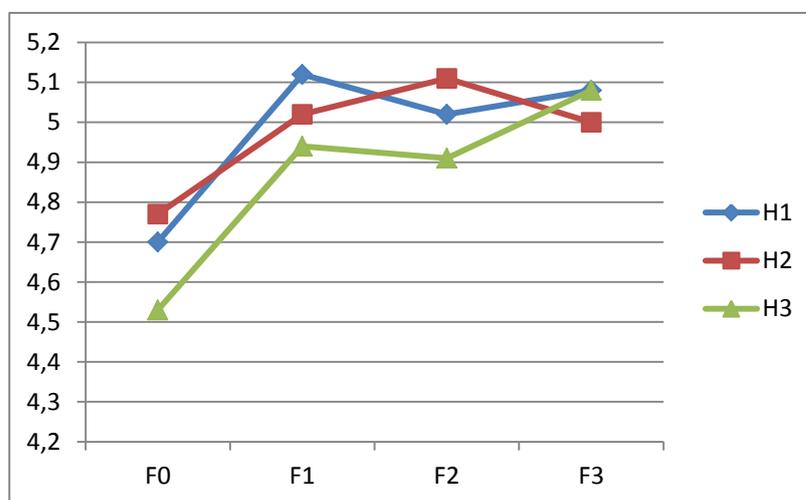
En el análisis de varianza del Cuadro 19, se observa que no existen diferencias significativas para repeticiones, híbridos y la interacción niveles de fertilizante químico por híbridos. Siendo significativo al 5% para los niveles de fertilización. El promedio del diámetro de la mazorca fue de 4.94 cm. Y los coeficientes de variación del 4.05% y 2.92 %.

Cuadro 20. Prueba de Duncan al 5% para niveles de fertilizante.

Niveles de fertilización químico	Media cm.	Duncan 5%
F3	5.06	A
F1	5.03	A
F2	5.01	A
F0	4.67	B

La prueba de Duncan al 5% cuadro 20 detecta la presencia de dos rangos siendo las fertilizaciones F3, F1 y F2 las que ocupan la primera categoría como las mas gruesas, además los tratamientos con F0 ocupan la segunda categoría con un diámetro menor. El Departamento Agronómico para el Extranjero de la Verkaufsgemeinschaft Deutscher KaliwerkeGmbH, (1994), indica que “El desarrollo completo solo será posible después de que la cantidad de cada nutriente este ajustada a los requerimientos específicos de cada planta.” razón por la cual se observa mazorcas más delgadas en el nivel F0.

Gráfico 5. Efecto de la interacción de niveles de fertilizante por híbridos sobre el diámetro de la mazorca en cm.



En el gráfico 5 se presenta la respuesta de los híbridos a los diferentes niveles de fertilización, en el que se observa un comportamiento distinto en cada nivel de fertilización siendo el H1 y H2 las mazorcas más gruesas además las que están en el nivel cero son mucho más delgadas que el resto.

4.6 LONGITUD DE LA MAZORCA

En el cuadro numero 21 se presenta el arreglo combinatorio para la variable longitud de la mazorca.

Cuadro 21. Arreglo combinatorio para longitud de la mazorca.

Arreglo combinatorio						
	F0	F1	F2	F3	Σ	X
H1	13,84	19,04	19,04	19,17	71,09	17,77
H2	15,2	18,62	17,92	18,5	70,24	17,56
H3	11,91	18,67	16,95	19,76	67,29	16,82
Σ	40,95	56,33	53,91	57,43	208,62	
x	13,65	18,78	17,97	19,14		17,39

Cuadro 22. Análisis de varianza para la longitud de la mazorca en cm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	1,432	2	0,72	0,34		
Niveles de fertilización química (F)	173,62	3	57,87	27,42**	4,76	9,78
Error A	12,66	6	2,11			
Híbridos (H)	5,98	2	2,99	3,49 ^{ns}	3,63	6,23
F x H	19,70	6	3,28	3,83*	2,74	4,2
Error B	13,72	16	0,86			
Total	227,13	35				
C.V.(a) = 8.35%						
C.V.(b) = 5,33%						
Media 17,39 cm.						

ns= No significativo.

**= Significativo al 1 %.

*= Significativo al 5%

En el análisis del varianza del Cuadro 22, se observa que no existen diferencias significativas para repeticiones e híbridos. Siendo significativo al 1% para los niveles de fertilización química y la interacción niveles de fertilizante químico por híbridos.

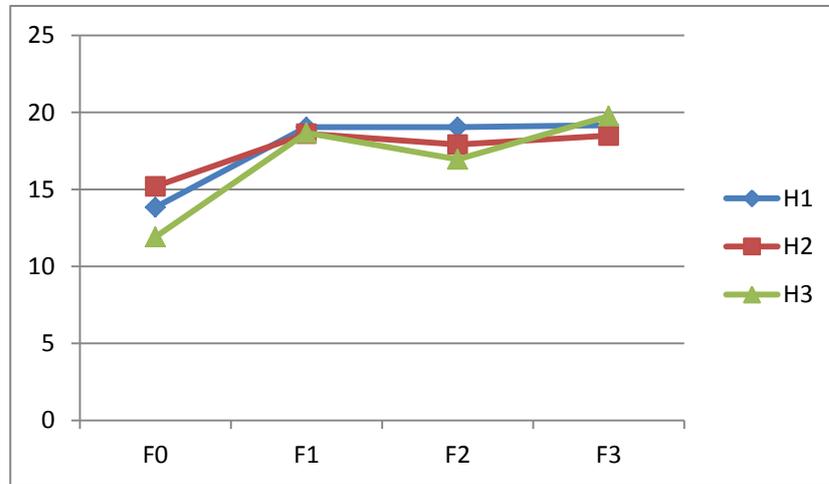
El promedio en longitud de mazorca fue 17.39 cm. Y los coeficientes de variación del 8.35% y 5.33 %.

Cuadro 23. Prueba de Duncan al 5% para niveles de fertilizante químico.

Niveles de fertilización químico	Media cm.	Duncan 5%
F3	19.14	A
F1	18.78	A
F2	17.97	A
F0	13.65	B

La prueba de Duncan al 5% cuadro 23 detecta la presencia de dos rangos siendo las fertilizaciones F3, F1 y F2 las que ocupan la primera categoría como las más largas, además los tratamientos que no tiene fertilización ocupa el último rango y el valor promedio está muy debajo de los que tienen fertilizante. Como lo indica El Departamento Agronómico para el Extranjero de la Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH, (1994), “El desarrollo completo solo será posible después de que la cantidad de cada nutriente este ajustada a los requerimientos específicos de cada planta.” razón por la cual se observa mazorcas pequeñas en el nivel de fertilización cero.

Grafico 6. Efecto de la interacción de niveles de fertilizante por híbridos sobre la longitud de la mazorca en cm.



En el gráfico 6 se presenta la respuesta de los híbridos a los diferentes niveles de fertilización, en el que se observa un comportamiento similar en cada nivel y que este se incrementa en presencia del fertilizante lo que revela una respuesta positiva de los híbridos a los fertilizantes.

4.7 RENDIMIENTO

En el cuadro numero 24 se presenta el arreglo combinatorio de la variable rendimiento.

Cuadro 24. Arreglo combinatorio para rendimiento de maíz duro.

Arreglo combinatorio						
	F0	F1	F2	F3	Σ	X
H1	4,69	7,76	8,70	9,98	31,13	7,78
H2	4,88	8,54	9,94	10,53	33,89	8,47
H3	4,08	8,11	9,01	10,79	31,99	7,99
Σ	13,65	24,41	27,65	31,30	97,01	
X	4,55	8,14	9,22	10,43		8,09

Cuadro 25. Análisis de varianza para el rendimiento en TM/ha.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	2,60	2	1,30	0,99		
Niveles de fertilización química	173,47	3	57,82	44,15**	4,76	9,78
Error A	7,86	6	1,31			
Híbridos	3,01	2	1,51	2,26 ^{ns}	3,63	6,23
F x H	2,49	6	0,41	0,62 ^{ns}	2,74	4,2
Error B	10,65	16	0,67			
Total	200,08	35				
C.V.(a) = 14,15%						
C.V.(b) = 10,09%						
Media 8,09 TM/ha						

ns= No significativo.

**= Significativo al 1 %.

En el análisis de varianza del Cuadro 25, se observa que no existen diferencias significativas para repeticiones, híbridos y la interacción. Siendo significativo al 1% para los niveles de fertilización química.

Con respecto a los híbridos si bien no presentan diferencias los rendimientos alcanzados superan las medias que se obtienen en Ecuador, Colombia, Argentina y son muy similares a la media de los EE.UU. tal como reporta Medina, (2003) quien indica que “la media de producción de maíz duro en el Ecuador es de 2.1

TM/ha, en Colombia es de 1.5 TM/ha, en Argentina es de 4.5 TM/ha y en los EE.UU es de 8.0 TM/ha.”

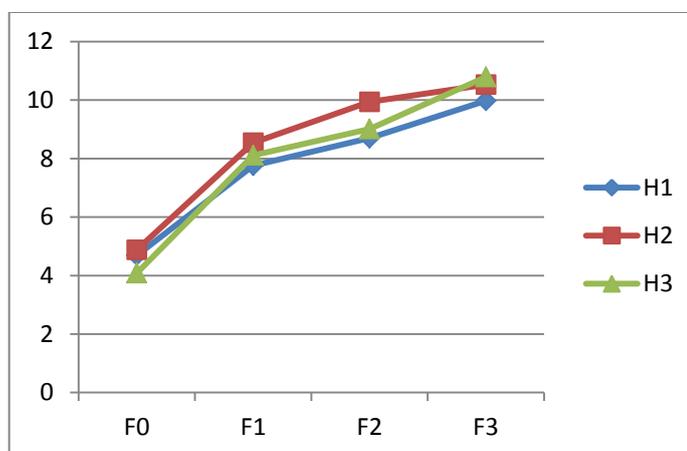
El promedio de rendimiento fue 8.08 TM/ha. Y los coeficientes de variación del 14.15% y 10.09 %.

Cuadro 26. Prueba de Duncan al 5% para niveles de fertilizante.

Niveles de fertilización químico	Media TM/ha	Duncan 5%
F3	10,43	A
F2	9,22	AB
F1	8,14	B
F0	4,55	C

La prueba de Duncan al 5% cuadro 26 detecta la presencia de tres rangos en los que las fertilizaciones F3 y F2 las que ocupan la primera categoría como los de mayor producción, además se debe indicar que corresponden a la dosis recomendada y a esta más el diez por ciento dejándose entrever que la que no tiene fertilización ocupa el último rango y el valor promedio está muy debajo de los que tienen fertilizante. Según Pergamino, (2006) “por cada 22Kg de N se obtiene 1 TM más de producción de maíz”, relacionando los datos de la presente tesis se puede decir que por cada 22Kg de N se obtienen 1.5 TM de producción de maíz el cual puede ser mayor por la presencia de P y K.

Grafico 7. Efecto de la interacción de niveles de fertilizante por híbridos sobre el rendimiento en TM.



En el gráfico 7 se presenta la respuesta de los híbridos a los diferentes niveles de fertilización, en el que se observa un comportamiento similar en cada nivel y que este se incrementa al aumentar la cantidad de fertilizante, lo cual tiene relación con INPOFOS, (1997) que manifiesta “la producción disminuye por falta de nutriente en especial el N, P y K” además El Departamento Agronómico para el Extranjero de la Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH, (1994), indica que “Conforme a la ley del mínimo el crecimiento y la producción de una planta son limitados en cada caso por el nutriente disponible en cantidad mínima. El desarrollo completo solo será posible después de que la cantidad de cada nutriente este ajustada a los requerimientos específicos de cada planta.”.

4.8 ANALISIS ECONÓMICO

Se utilizó el método del “Presupuesto parcial” según el CIMMYT, (1988), con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos con los costos que varían como parte de la planificación la compra de insumos, maquinaria, mano de obra a utilizada.

Cuadro 27. Presupuesto parcial (CIMMYT, 1988)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento medio (kg/ha)	4690	4880	4080	7760	8540	8110
Rendimiento ajustado	4455,5	4636	3876	7372	8113	7704,5
-5%	0,2	0,21	0,18	0,17	0,18	0,18
Beneficio neto en campo (\$/ha)	891,1	973,56	697,68	1253,24	1460,34	1386,81
Costo de híbrido (\$/ha)	127,5	119	123,25	127,5	119	123,25
Costo de fertilizante químico (\$/ha)	0	0	0	497,88	497,88	497,88
Total de costos que varían	127,5	119	123,25	625,38	616,88	621,13
Beneficios netos	763,6	854,56	574,43	627,86	843,46	765,68

	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Rendimiento medio (kg/ha)	8700	9940	9010	9980	10530	10790
Rendimiento ajustado	8265	9443	8559,5	9481	10003,5	10250,5
-5%	0,18	0,2	0,18	0,19	0,2	0,2
Beneficio neto en campo (\$/ha)	1487,7	1888,6	1540,71	1801,39	2000,7	2050,1
Costo de híbrido (\$/ha)	127,5	119	123,25	127,5	119	123,25
Costo de fertilizante químico (\$/ha)	553,2	553,2	553,2	608,52	608,52	608,52
Total de costos que varían	680,7	672,2	676,45	736,02	727,52	731,77
	807	1216,4	864,26	1065,37	1273,18	1318,33

Cuadro 28. Cuadro de dominancia Presupuesto parcial (CIMMYT 1988)

Tratamientos	Código	Total costo que varia (\$/ha)	Beneficio neto (\$/ha)	
T2	F0H2	119	854,6	
T3	F0H3	123,3	574,4	D
T1	F0H1	127,5	763,6	D
T7	F2H1	608,7	807	D
T5	F1H2	616,88	843,46	D
T6	F1H3	621,13	765,68	D
T4	F1H1	625,38	627,86	D
T8	F2H2	672,2	1216	
T9	F2H3	676,45	864,26	D
T11	F3H2	727,52	1273,2	
T12	F3H3	731,77	1318,3	
T10	F3H1	736,02	1065,4	D

Se elimina los tratamientos T3, T1, T7, T5, T6, T4, T9 Y T10 por tener menores beneficios netos y mayores costos que varían, siendo estos los que al agricultor no le convienen realizar ya que va a invertir más dinero y no va a tener réditos económicos.

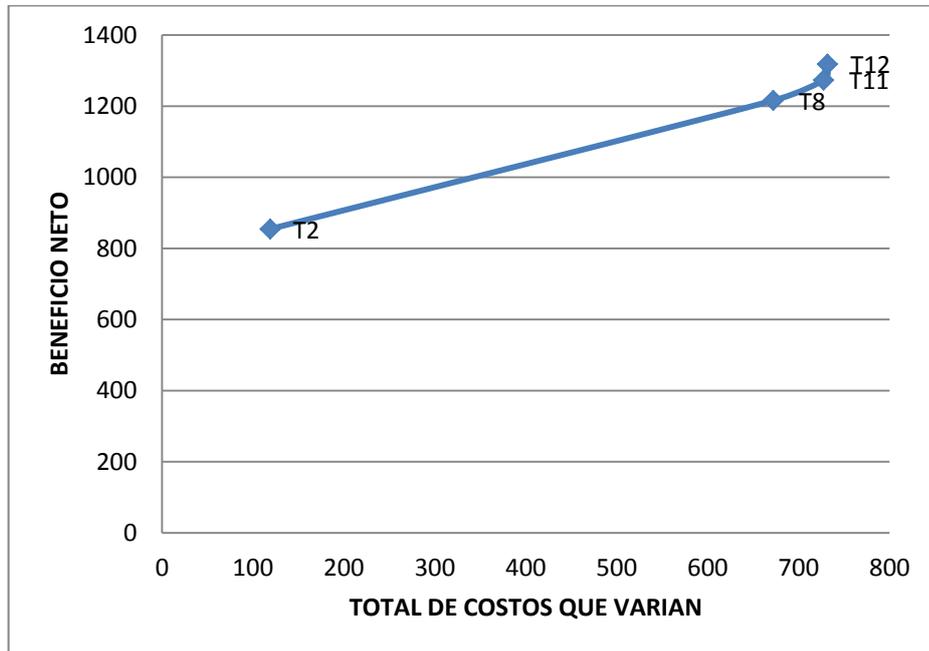
En el análisis de dominancia muestra que los mejores tratamientos son: T2, T8, T11 y T12.

Cuadro 29. Cuadro de análisis marginal (CIMMYT 1988)

Tratamientos	Código	Total costo que varia	Costos marginales	Beneficio Neto	Costos marginales	Tasa de retorno marginal
		(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)	%
T2	F0H2	119	553,2	854,6	361,4	65,33
T8	F2H2	672,2	55,32	1216	57,2	103,40
T11	F3H2	727,52	42,5	1273,2	45,1	106,12
T12	F3H3	731,77		1318,3		

El cuadro 29 indica el retorno marginal de los tratamientos que no tuvieron dominancia, en el que el T12 tiene una tasa de retorno marginal alta por lo tanto se considera que es el mejor.

Grafico 8. Curva de beneficios netos (CIMMYT 1988).



El grafico 8 muestra la curva de beneficios netos donde el T12 que tiene el 106,12% de retorno marginal para el agricultor lo que significa que invertiría \$1 y recuperaría su \$1 invertido más \$1,06 adicional.

VI. CONCLUSIONES

Luego de llevar a cabo la presente investigación se llegó a concluir lo siguiente:

- En cuanto a los días a la floración se presentó al H3 (Híbricos Brasília Grano Plano) como el más precoz. Con una media de 70,5 días.
- Para la altura de inserción de la mazorca no se encontró diferencia significativa encontrándose con una altura media de 0,84 m.
- En la altura de la planta se nota claramente que en ausencia de fertilizante las plantas son más pequeñas llegando a medir 2.3m y en el caso contrario las plantas llegaron a una altura mayor.
- Los días a la cosecha el nivel de fertilizante cero es el más precoz con una media de 135 días seguido por los niveles de fertilización dos y tres con una media de 136,1 y 136,3 respectivamente y por último en el nivel de fertilización uno con una media de 137,4 días.
- El híbrido H2 (Pioneer 30F87) es el que más se demora en llegar a la cosecha con 143.5 días a diferencia del H3 (Brasília G.P.) y H1(Pioneer 3041) que están en el 132.9 y 132.3 días respectivamente.
- En cuanto al día diámetro de la mazorca se observa claramente que en ausencia del fertilizante químico su diámetro reduce en comparación a los que tienen fertilizante químico.
- La longitud de la mazorca se reduce notablemente en el nivel de fertilización cero y en el caso contrario los que tienen fertilizante su longitud es mayor.

- Los mejores tratamientos en cuanto a rendimiento son los que tienen los niveles de fertilización F3 y F2 con 10.43 TM/ha y 9.22TM respectivamente, sin que los híbridos influyan notablemente en estos resultados.
- De acuerdo al método de “Presupuesto Parcial” del CIMMYT, (1988) el mejor tratamiento es el T12 (F3H3) con una tasa de rendimiento marginal del 106.12%.

VII. RECOMENDACIONES

En zonas similares en suelo, clima y altitud al lugar donde se realizó la presente investigación se recomienda lo siguiente:

- Manejar niveles altos de fertilización química con maíz duro amarillo ya que responde de manera favorable tanto en rendimiento como económicamente.
- Utilizar híbridos de maíz duro para obtener resultados altos en especial el H3 de la presente investigación.
- Continuar investigando nuevos híbridos de maíz duro de diferentes zonas ya en la actualidad existen un sin número de estos.

VIII. RESUMEN

Titulo: COMPORTAMIENTO DE TRES HÍBRIDOS DE MAÍZ DURO (*Zea mays L.*) CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA PARROQUIA LA CONCEPCIÓN CANTÓN MIRA.

La presente investigación se realizó en la provincia del Carchi, cantón Mira y específicamente en la parroquia La Concepción ubicada a 1370 m.s.n.m.

Los objetivos del trabajo de investigación fueron: determinar el comportamiento de tres híbridos con cuatro niveles de fertilización en el cantón Mira para recomendar el de mejor rendimiento; realizar la caracterización morfológica, agronómica y de calidad de los tres híbridos de maíz duro; identificar los híbridos con las mejores características en rendimiento de grano; determinar la influencia de los niveles de fertilización sobre las características agronómicas de los híbridos; y obtener el costo de producción por hectárea. Se formulo las siguientes hipótesis: existirá un comportamiento uniforme de híbridos en esta zona y los niveles de fertilización influyen en las características agronómicas de los híbridos.

Se utilizó el Diseño de Parcelas Divididas bajo una distribución de Bloques Completamente al Azar con doce tratamientos y tres repeticiones. Se realizó pruebas de Duncan al 5% tanto a híbridos como a niveles de fertilización.

Se pusieron a prueba los siguientes híbridos: Pioneer 3041, Pioneer 30F87 y Basilia grano plano; con los siguientes niveles de fertilización: nivel cero o testigo, nivel uno o 10% menos de la recomendación del análisis de suelo que contiene 63kg/ha de N 18kg/ha de P₂O₅ y 18kg de K₂O, nivel dos o la

recomendación del análisis de suelo que contiene 70kg/ha de N 20kg/ha de P₂O₅ 20kg de K₂O y el nivel tres o el 10% más de la recomendación del análisis de suelo que contiene 77kg/ha de N 22kg/ha de P₂O₅ y 22kg de K₂O.

Del estudio realizado se concluye que: en días a la floración el Híbricos Brasilia Grano Plano es el más precoz con una media de 70,5 días; la altura de inserción de la mazorca no se encontró diferencia significativa encontrándose con una altura media de 0,84 m; en la altura de la planta se nota claramente que en ausencia de fertilizante las plantas son más pequeñas; en los días a la cosecha el nivel de fertilizante cero es el más precoz con una media de 135; los híbridos Brasilia Grano plano y Pioneer 3041 fueron los más precoces con 132.9 y 132.3 días respectivamente; el día diámetro de la mazorca fue más pequeño en ausencia del fertilizante químico; la longitud de la mazorca se reduce notablemente en el nivel de fertilización cero; los mejores tratamientos en cuanto a rendimiento son los que tienen los niveles de fertilización F3 y F2 con 10.43 TM/ha y 9.22TM respectivamente; de acuerdo al método de “Presupuesto Parcial” del CIMMYT, (1988) el mejor tratamiento es el T12 (nivel de fertilización con el 10% más de la recomendación del análisis de suelo y el híbrido Brasilia grano plano) con una tasa de rendimiento marginal del 106.12%.

Se recomienda: manejar niveles altos de fertilización química en maíz ya que responde de manera favorable; utilizar híbridos de maíz duro para obtener resultados altos en especial el H3 de la presente investigación; y continuar investigando nuevos híbridos de maíz duro de diferentes zonas ya en la actualidad existen un sin número de estos.

IX. SUMMARY

Title: PERFORMANCE OF THREE HARD CORN HIBRIDS (*Zea mayz* L.) UNDER FOUR LEVELS OF FERTILIZATION IN THE DISTRICT *LA CONCEPCIÓN*, *MIRA* COUNTY

The following study was undertaken in the district of *La Concepción*, *Mira* county *Carchi* province, at an altitude of 1,370 meters above sea level.

The objectives of the study were: to determine the performance of three hybrids under four levels of fertilization in *Mira* county to make recommendations for increased production; to describe the morphological, agricultural and quality characteristics of the three hybrids of hard corn; to identify the hybrids with the best grain productions; to determine the influence of fertilization levels on the agricultural properties of the hybrids; and to find the production costs per hectare. The following hypothesis was formed: the performance of the hybrids will be uniform within the study area, and the fertilization levels will influence the agricultural characteristics of the hybrids.

Divided Parcel Design was used with Randomized Complete Block distribution with twelve observations and three replication. Five percent Duncan tests were taken with the hybrids as well as the fertilization variables.

The following hybrids were tested: Pioneer 3041, Pioneer 30F87, and *Brasilia grano plano*; with the following fertilization levels: level zero, the control, with no chemical fertilizer; level one, 10% less than recommended according to the soil analysis (63 Kg/ha of N, 18 Kg/ha of P₂O₅, and 18 Kg/ha of K₂O); level two, the

recommended level of fertilization according to the soil analysis (70 Kg/ha of N, 20 Kg/ha of P₂O₅, and 20 Kg/ha of K₂O); and the level three, 10% more than recommended according to the soil analysis (77 Kg/ha of N, 22 Kg/ha of P₂O₅, and 22 Kg/ha of K₂O).

The results of the study were: in days to flowering, the Brasilia Grano Plano hybrids is the fastest with an average of 70.5 days; the fruiting height did not differ significantly between hybrids or fertilization levels, averaging 0.84 m the plant height showed clearly that less fertilization led to smaller plants; in days to harvest, the control group, with no fertilizer, was fastest, averaging 135 days; the Brasilia Grano Plano and Pioneer 3041 hybrids were fastest, averaging 132.9 and 132.3 days, respectively; the diameter of the corn was noticeably reduced in the absence of fertilizer; the length of the corn was also reduced in the control group; the best observation in terms of harvest are those at level two and level three with 10.43 metric tons/ha and 9.22 metric tons/ha, respectively; applying the CIMMYT “Parcel Budget” method (1988), the best observation is T12 (fertilization 10% more that recommended by the soil analysis with the Brasilia Grano Plano hybrid) whit a net profit margin of 106.12%

Recommendation: use high levels of chemical fertilizer with corn due to its favorable response; use hard corn hybrids for best results, especially the Brasilia Grano Plano hybrid; and continue investigating new hard corn hybrids in different zones as there is currently an innumerable quantity of these.

X. BIBLIOGRAFÍA CITADA.

1. CASTAÑEDO, P. 1990. El maíz y su cultivo. Editorial AGTEditor S.A. primera edición México, D.F. México. Pág. 248 - 256
2. CAZCO, C. 2006. *Maíz Cultivos andinos*. Clase tercer año de ingeniería agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ibarra - Ecuador
3. CIMMYT 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F. México: CIMMYT. Pág. 1-78
4. CIMMYT. 1988. *Maize production regions in developing countries*. Mexico, DF, Maize Program, CIMMYT.
5. CIMMYT. 1994. *1993/94 world maize facts and trends*. Mexico, DF, CIMMYT
6. Departamento Agronómico para el Extranjero de la Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH. 1994. **Fertilizantes potásicos – su elaboración e importación**, Vademécum de la potasa, Post Box 6147 Hannover Alemania. Pág 5-7.

7. Departamento Agronómico para el Extranjero de la Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH. 1970. **Síntomas de deficiencia potásica**, Vademécum de la potasa, Post Box 705 3 Hannover Alemania. Pág 3-20
8. Departamento Técnico de la Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH. 1976. **Potasa y la calidad de los productos agrícolas**, Vademécum de la potasa, Postfach 6147 Hannover Alemania Occidental. Pág 1-11 y 82-88..
9. FERNÁNDEZ, J. 2007. *Energía renovable*. Editorial Sacal. Barcelona España. Pág.1-20
10. FUSTER, E. 1974. BOTÁNICA. Editorial KAPELUSZ, Primera edición, Buenos Aires argentina Pág.1-7
11. GUERRERO, A. 1990. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos, Editorial Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España Pág.121 – 125.
12. GOSTINCAR, J. 1998. Técnicas Agrícolas En Cultivos Extensivos BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA, Segunda edición, Editorial Idea Books S.A. España Pág. 383-394
13. IMPOFOS. 1997. *Manual internacional de fertilidad de suelos*. Publicado por potash and phosphate institute. 655 Engineering drive, suite 110, Norcross, GA 30092-2837 U.S.A.
14. JACOB, B. y U.E.X KULL, H. 1964. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Ámsterdam Holanda.
15. MARTINEZ, M. 1995. AGRICULTURA PRÁCTICA. Editorial Ramón Sopena, s.a. Barcelona España. Pág. 276-283

16. PIONEER. 2008. *Ecuador Maíz Amarillo*. Tríptico informativo distribuido por INDIA, Km 4 ½ vía Duran – Tambo, inc. Des Moines, Iowa E.U.A.
17. ROMERO, L. 2008. *Cruz Roja del Ecuador*. Programa de seguridad alimentaria en el cantón Mira, Mira – Carchi
18. RODRÍGUEZ, F. 1982. Fertilización y Nutrición Vegetal. Ed. A.G.T. México D.F, México.
19. TERAN, G. 2008. Corrección del anteproyecto de tesis “Comportamiento de tres híbridos de maíz duro (*Zea mays L.*) con cuatro niveles de fertilización en la parroquia La Concepción cantón Mira”
20. TICO, L. 1975. BIBLIOTECA HISPANIA AGRICULTURA PRÁCTICA. Editorial Ramón Sopena, s.a. Barcelona España. Pág. 276-283

Páginas Web

1. AGRIPAC. 2008. *Catalogo de semillas de maíz*. Disponible en: www.agripac.com.ec
2. Departamento de agricultura de la FAO. 2001. El maíz en los trópicos, Tipos de maíz. Disponible en: www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s07.htm.
3. MEDINA, E. 2003. Maíz duro amarillo. III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO y el proyecto SICA Banco Mundial. Pág. 1-9. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/cadenas/maíz/index.html>
4. PERALVO, D. 2008. Clasificación de Suelos. Disponible en: www.agrytec.com/agronegocios/tecnología.htm.

5. PERGAMINO, I. 2006. Maíz manejo y fertilización. Disponible en:
www.engormix.com/maiz_manejo_fertilizacion_s_articulos_896_AGR.htm
6. RIZZO, P. 2001. *El maíz duro amarillo y sus perspectivas para el 2001, proyecto S.I.C.A. banco mundial*. Disponible en:
www.sica.gov.ec
7. SICA. 2007. Cultivos controlados. Disponible en:
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/maiz/respuesta_niveles_fertilizacion.htm
8. TADEO, R. 2000. *Híbridos de maíz*. Periodismo de ciencia y tecnología. Universidad Autónoma de México. Disponible en:
www.invdes.com.mx
9. TECNUR, 2008. Tema 5: Principales ecosistemas (suelo), Libro Electrónico Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Disponible en:
www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/05PrinEcos/110Suelo.htm.

XI. ANEXOS

ANEXO1. Datos de campo

Cuadro 30. Datos por tratamientos y repeticiones de los días a la floración.

Días a la floración						
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Σ	X
T1	F0H1	73	75	80	228	76,00
T2	F0H2	76	80	76	232	77,33
T3	F0H3	72	72	73	217	72,33
T4	F1H1	76	76	73	225	75,00
T5	F1H2	76	76	76	228	76,00
T6	F1H3	69	69	69	207	69,00
T7	F2H1	75	76	73	224	74,67
T8	F2H2	76	76	76	228	76,00
T9	F2H3	72	69	69	210	70,00
T10	F3H1	73	73	76	222	74,00
T11	F3H2	79	76	76	231	77,00
T12	F3H3	69	69	74	212	70,67
	Σ	886	887	891	2664	
	x	73,83	73,92	74,25		74

Cuadro 31. Datos por tratamientos y repeticiones de la altura de las plantas expresadas en metros.

Altura de la planta (m)						
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Σ	x
T1	F0H1	1,9	2,3	1,9	6,1	2,03
T2	F0H2	2,1	2,1	1,9	6,1	2,03
T3	F0H3	2,1	2	2	6,1	2,03
T4	F1H1	2,25	2,35	2,45	7,05	2,35
T5	F1H2	1,95	2,5	2,5	6,95	2,32
T6	F1H3	2,2	2,1	2	6,3	2,10
T7	F2H1	2,3	2,3	2,45	7,05	2,35
T8	F2H2	2,2	2,4	2,1	6,7	2,23
T9	F2H3	2,1	2,3	2,2	6,6	2,20
T10	F3H1	2,5	2,4	2,2	7,1	2,37
T11	F3H2	2,3	2,2	2,4	6,9	2,30
T12	F3H3	2,1	2,2	2,4	6,7	2,23
	Σ	26	27,15	26,5	79,65	
	x	2,17	2,26	2,21		2,2125

Cuadro 32. Datos por tratamientos y repeticiones de la altura de inserción de la mazorca expresada en metros.

Altura de inserción de la mazorca						
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Σ	X
T1	F0H1	0,76	0,9	0,7	2,36	0,79
T2	F0H2	0,75	0,8	0,7	2,25	0,75
T3	F0H3	0,7	0,9	0,7	2,3	0,77
T4	F1H1	0,85	0,8	0,9	2,55	0,85
T5	F1H2	0,84	1,15	0,75	2,74	0,91
T6	F1H3	0,65	1	0,7	2,35	0,78
T7	F2H1	0,95	0,83	0,9	2,68	0,89
T8	F2H2	0,8	0,97	0,77	2,54	0,85
T9	F2H3	0,95	0,96	0,95	2,86	0,95
T10	F3H1	0,8	0,93	0,85	2,58	0,86
T11	F3H2	0,95	0,7	1	2,65	0,88
T12	F3H3	0,65	0,85	1	2,5	0,83
	Σ	9,65	10,79	9,92	30,36	
	x	0,80	0,90	0,83		0,84

Cuadro 33. Datos por tratamientos y repeticiones de los días a la cosecha.

Días a la cosecha						
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Σ	X
T1	F0H1	130	130	132	392	130,67
T2	F0H2	142	145	142	429	143,00
T3	F0H3	133	129	133	395	131,67
T4	F1H1	133	133	131	397	132,33
T5	F1H2	145	142	145	432	144,00
T6	F1H3	131	133	132	396	132,00
T7	F2H1	132	133	133	398	132,67
T8	F2H2	142	142	142	426	142,00
T9	F2H3	135	135	133	403	134,33
T10	F3H1	133	133	135	401	133,67
T11	F3H2	145	145	145	435	145,00
T12	F3H3	133	135	133	401	133,67
	Σ	1634	1635	1636	4905	
	x	136,17	136,25	136,33		136,25

Cuadro 34. Datos por tratamientos y repeticiones de lo longitud de la mazorca expresada en centímetros.

Longitud mazorca						
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Σ	X
T1	F0H1	14	12,28	15,25	41,53	13,84
T2	F0H2	14,37	14,24	17	45,61	15,20
T3	F0H3	12,87	10,12	12,75	35,74	11,91
T4	F1H1	18,75	19,62	18,76	57,13	19,04
T5	F1H2	17,63	18,5	17,62	53,75	17,92
T6	F1H3	16,25	17,23	17,37	50,85	16,95
T7	F2H1	19,5	18,51	19,5	57,51	19,17
T8	F2H2	18,13	18,74	18,62	55,49	18,50
T9	F2H3	20	20,73	18,54	59,27	19,76
T10	F3H1	19,5	19,37	18,25	57,12	19,04
T11	F3H2	17,62	19,13	19,12	55,87	18,62
T12	F3H3	20,5	17,01	18,5	56,01	18,67
	Σ	209,12	205,48	211,28	625,88	
	x	17,43	17,12	17,61		17,3855556

Cuadro 35. Datos por tratamientos y repeticiones del diámetro de la mazorca expresado en centímetros.

Diámetro de mazorca						
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Σ	X
T1	F0H1	4,62	4,67	4,82	14,11	4,70
T2	F0H2	4,62	4,76	4,92	14,3	4,77
T3	F0H3	4,72	4,22	4,65	13,59	4,53
T4	F1H1	5,12	5,03	4,9	15,05	5,02
T5	F1H2	5,05	5,42	4,85	15,32	5,11
T6	F1H3	4,97	4,8	4,95	14,72	4,91
T7	F2H1	5	5,17	5,08	15,25	5,08
T8	F2H2	5,02	4,97	5,02	15,01	5,00
T9	F2H3	5,07	5,02	5,15	15,24	5,08
T10	F3H1	4,95	5,27	5,15	15,37	5,12
T11	F3H2	4,85	5,11	5,1	15,06	5,02
T12	F3H3	4,95	5,03	4,85	14,83	4,94
	Σ	58,94	59,47	59,44	177,85	
	X	4,91	4,96	4,95		4,94027778

Cuadro 36. Datos por tratamientos y repeticiones del rendimiento expresado en Kg/Ha, qq/Ha, y TM/Ha.

T	Kg/Ha	qq/Ha			TM/Ha
F0H1	4906,25	107,94	139,46	103,77	4,91
F0H2	5156,25	113,44	166,96	106,37	5,16
F0H3	4177,08	91,90	139,46	85,61	4,18
F1H1	8906,25	195,94	343,75	176,42	8,91
F1H2	10833,33	238,33	412,50	215,33	10,83
F1H3	8437,50	185,63	314,29	168,63	8,44
F2H1	9447,92	207,85	151,25	215,33	9,45
F2H2	10635,42	233,98	335,89	220,52	10,64
F2H3	11770,83	258,96	412,50	238,68	11,77
F3H1	8552,08	188,15	345,71	167,33	8,55
F3H2	8093,75	178,06	278,93	164,74	8,09
F3H3	8375,00	184,25	282,86	171,23	8,38
F0H1	4114,58	90,52	68,75	93,40	4,11
F0H2	4395,83	96,71	180,71	85,61	4,40
F0H3	3052,08	67,15	104,11	62,26	3,05
F1H1	9375,00	206,25	314,29	191,98	9,38
F1H2	9291,67	204,42	377,14	181,60	9,29
F1H3	9270,83	203,96	314,29	189,39	9,27
F2H1	11218,75	246,81	210,18	251,65	11,22
F2H2	11781,25	259,19	355,54	246,46	11,78
F2H3	10687,50	235,13	345,71	220,52	10,69
F3H1	9072,92	199,60	276,96	189,39	9,07
F3H2	8562,50	188,38	220,00	184,20	8,56
F3H3	8489,58	186,77	225,89	181,60	8,49
F0H1	5062,50	111,38	168,93	103,77	5,06
F0H2	5093,75	112,06	194,46	101,18	5,09
F0H3	5020,83	110,46	141,43	106,37	5,02
F1H1	7812,50	171,88	550,00	121,93	7,81
F1H2	9708,33	213,58	337,86	197,17	9,71
F1H3	9322,92	205,10	383,04	181,60	9,32
F2H1	9270,83	203,96	353,57	184,20	9,27
F2H2	9177,08	201,90	375,18	179,01	9,18
F2H3	9895,83	217,71	491,07	181,60	9,90
F3H1	5666,67	124,67	282,86	103,77	5,67
F3H2	8979,17	197,54	298,57	184,20	8,98
F3H3	7458,33	164,08	286,79	147,88	7,46

Anexo 2. Costo por Hectárea de los tratamientos.

Cuadro 37. Costo de producción por ha sin el costo de semillas ni fertilizantes.

C O N C E P T O	-	UNIDAD	COSTO	COSTO
	CANTIDAD	MEDIDA	UNIT	Total
I. COSTOS DIRECTOS				
1.- PREPARACION DE SUELO	-	-	-	
- Limpieza de Terreno	4	Jornal	6,00	24,00
- Rozadora	-	Maquina	15,00	-
- Rastra	-	Maquina	20,00	-
2.- SIEMBRA	-	-	-	
- Siembra manual	4	Jornal	6,00	24,00
- Sembradora	-	maquina	40,00	-
3.- FERTILIZACION	-	-	-	
- Abono inicio	4	saco		-
- Abono desarrollo	6	saco		-
- Kristalon	2	Kilo	5,61	11,22
4.- CONTROL DE MALEZAS	-	-	-	
- Atranex	1,5	Kilo	9,77	14,66
- Roundup	1,5	Litro	11,97	17,96
- Shikema	1,5	Litro	7,80	11,70
- Supramina	0,6	Litro	3,68	2,21
- Aplicacion: manual herbicida	4	Jornal	6,00	24,00
- Deshierba: chapia	5	Jornal	5,00	25,00
5.- CONTROL DE INSECTOS		-	-	
- (desinfec.semilla)	1,00	300 cc	12,21	12,21
- Gaucho	0,50	100 cc	38,46	19,23
- Cipermetrina	0,25	Litro	8,11	2,03
- Cekudazin	1,00	200 Gr	2,67	2,67
- Clorpirifos	1,00	200 cc	3,60	3,60
6.- COSECHA	-	-	-	
- Recolección	18	Jornal	6,00	108,00
- Desgranadora: maiz	180	Quintal	0,25	45,00
- Cosechadora: maiz	-	Quintal	0,80	-
7.- TRANSPORTE				
- Transporte: maíz	180	Quintal	0,50	90,00
II. COSTOS INDIRECTOS				
- Gastos financieros:(Nro.meses)	5	Tasa anual	16,0%	12,97
- Administracion: %	-	Tasa ciclo	5,0%	21,87
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	-	-	-	472,31

Cuadro 38. Costo de producción por tratamiento.

Tratamientos		Costo /Ha	Costo/fertilizante	Costo/semillas	Total/tratamiento
T1	F0H1	472,31	0	127,5	599,81
T2	F0H2	472,31	0	119	591,31
T3	F0H3	472,31	0	123,25	595,56
T4	F1H1	472,31	497,88	127,5	1097,69
T5	F1H2	472,31	497,88	119	1089,19
T6	F1H3	472,31	497,88	123,25	1093,44
T7	F2H1	472,31	553,2	127,5	1153,01
T8	F2H2	472,31	553,2	119	1144,51
T9	F2H3	472,31	553,2	123,25	1148,76
T10	F3H1	472,31	608,52	127,5	1208,33
T11	F3H2	472,31	608,52	119	1199,83
T12	F3H3	472,31	608,52	123,25	1204,08

Anexo 3. Impacto Ambiental.

EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Tema:

Comportamiento de tres híbridos de maíz duro (*zea mayz l.*) Con cuatro niveles de fertilización en la parroquia la Concepción cantón Mira.

Objetivos:

Objetivo general

Evaluar la respuesta del ambiente, a la aplicación de cuatro niveles de fertilizante con los tres híbridos en estudio, en la parroquia la Concepción cantón Mira.

Objetivo específico

- ❖ Determinar el área de la influencia directa
- ❖ Determinar el área de la influencia indirecta
- ❖ Caracterizar los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos
- ❖ Evaluar los impactos positivos y negativos
- ❖ Proponer las medidas de mitigación de impacto

Leyenda:

Factor A= Niveles de fertilizante químico.

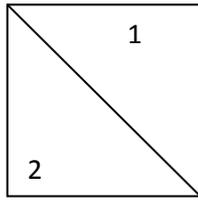
Factor B= Híbridos de maíz duro.

Calificación:

BAJA 1

MADIA 2

ALTA 3



1= Importancia del impacto

2=Magnitud del impacto

En la presente investigación, fue necesario realizar un estudio del impacto ambiental, puesto que el desarrollo y su implantación causan alteraciones en el entorno natural.

Se considero los siguientes componentes

- ✓ ABIÓTICOS: suelo, agua, microclima, aire
- ✓ BIÓTICO: flora, fauna, cultivos
- ✓ SOCIOECONÓMICOS: salud empleo, educación, actividad económica, calidad de vida

Área de influencia directa (AID)

El área de influencia directa, se consideró el lugar donde se encontró el terreno en el que se llevó a cabo la investigación.

Área de influencia indirecta (AII)

Como área de influencia indirecta considero el área localizada a 25m del ensayo a la redonda.

Caracterización del ambiente

Se realizó una caracterización del impacto ambiental se utilizó la matriz de Leopoldo, que es un método evaluativo de alto nivel cuantitativo y cualitativo.

Matriz de Leopold para evaluación de impactos ambientales:

Cuadro 39. Matriz de interacción.

	PREPARACIÓN DEL SUELO		FASE 1			FASE 2				FASE 3			
	ARADAS	RASTRA Y NIVELADA	Surcado	INSTALACION DEL ENSAYO	Siembra	fertilización química	fertilización foliar	TOMA DE DATOS	MANEJO DEL CULTIVO	RIEGO	DESHIERVAS Y APORQUES	CONTROLES FITOSANITARIAS	COSECHA
ACCIONES													
SUELO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
AGUA	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
AIRE	X	X	X	X			X	X		X	X	X	
CONTAMINACION DEL AMBIENTE	X					X	X	X	X		X	X	
RLORA		X	X			X	X	X	X	X	X	X	
FAUNA	X					X	X		X	X	X	X	
MICROFLORA		X					X	X	X	X		X	
MICROFAUNA		X				X	X		X	X	X	X	
CULTIVO DE MAIZ	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
SALUD							X	X		X		X	
EMPLEO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
CALIDAD DE PRODUCCIÓN	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
EDUCACIÓN	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
INGRESOS ECONOMICOS									X				X
BIENESTAR					X		X		X			X	X

Cuadro 40. Matriz de Leopold para evaluación de impactos ambientales

Acciones	FASE 1					FASE 2					FASE 3				
	reparacion del suelo	Aradas	Rastra y nivelada	Surcado	Siembra	Siembra química	Siembra foliar	Toma de datos	Riego	Control	Cosecha	Afectaciones positivas	Afectaciones negativas	Agregación de impactos	
Suelo	3	2	2	2	3	3	1	1	2	2	3	9	-31		
Agua	-2	-2	-2	-2	1	1	2	2	1	2	3	8	-10		
Aire	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	3	8	-10		
Contaminación del ambiente	-1	-1	-1	1	2	-3	-1	-1	2	-1	2	8	-28		
Flora	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	8	-28		
Fauna	-2	-2	-2	-2		-2	-1		1	1	-3	8	-28		
Micro flora	1				1	2	2	1	1	3	0	7	-16		
Micro fauna	-1				-1	-2	-1	-1	1	-2	0	7	-16		
Cultivo de maíz		2	1		2	2	2	1	2	1	2	3	17		
Salud		-2	-1		2	3	2	1	2	-1	2	3	17		
Empleo	1				1	1		1	1	2	3	4	-4		
Calidad de producción	-1				1	-1		1	1	-2	4	3	-7		
Educación		1			2	2	2	2	1	2	4	2	8		
Ingresos económicos		-1			1	1		1	1	3	4	3	-7		
Bien estar		1			1	-1		1	1	1	4	3	-7		
Afecciones positivas	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	11	0	91		
Afecciones negativas	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	11	0	91		
Agregación de impactos	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	11	0	91		
						2	1		1	3	0	4	-15		
	3	3	3	2	3	1	2	3	2	2	13	0	69		
	2	2	2	2	2	1	2	3	2	2	13	0	69		
	3	3	3		3	3	2	1	3	3	12	0	91		
	3	3	3		3	3	2	2	3	3	12	0	91		
	2	2	1	1	3	2	1	3	1	2	12	0	37		
	2	1	1	1	3	2	1	2	2	1	12	0	37		
								1			3	0	10		
								1			3	0	10		
				2		1		2		2	3	2	12		
				2		-1		2		-2	3	2	12		
	4	4	4	5	4	9	5	6	6	8	10	5	5	2	
	5	6	4	2	0	1	8	4	0	3	2	6	9	0	
	15	11	15	18	19	38	2	15	23	32	30	18	-30	18	
														224	

CONCLUSIONES:

El componente suelo es altamente afectado, ya que tiene una valoración resumida en la matriz de Leopoldo de -31. Por efecto de la preparación del suelo y la aplicación de fertilizantes y pesticidas.

El componente Aire es otro de los altamente afectados, ya que tiene una valoración resumida en la matriz de Leopoldo de -28. Por efecto de las aplicaciones fitosanitarias las cuales también afectan a la salud.

Por lo contrario se tiene valores sumamente altos en lo referente a Empleo, calidad de producción, ingresos económicos y bien estar, es por eso que la valoración del impacto ambiental es positivo con un valor de 224.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN:

En el caso del componente suelo se debería adoptar prácticas de conservación de suelos como labranza cero y/o labranza reducida además de reducir el uso de pesticidas.

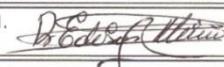
Para el componente Aire se debe manejar los pesticidas de manera más responsable como por ejemplo no fumigar cuando hay viento y usar las dosis correctas

Para evitar problemas de salud los agricultores deberán usar equipos de protección como overol, guantes, botas mascarillas etc...

Anexo 4. Análisis de suelo correspondiente al terreno de la investigación.



LABONORT
LABORATORIOS DEL NORTE
Av. Cristobal de Troya N4-27 y Julio Paredes C. Ibarra - Ecuador Telefax. 2605177 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																								
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD																			
Nombre: DAVID AGUILAR					Provincia: Carchi																			
Ciudad: Mira					Cantón: Mira																			
Teléfono: 093064189					Parroquia: La Concepción																			
Fax:					Sitio: La Concepción																			
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO																			
Sitio: La Concepción					Nro Reporte.: 1893																			
Superficie:					Tipo de Análisis: Semicompleto + T																			
Número de Campo: M1					Muestra: Suelo M1																			
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2008-09-15																			
A Cultivar: Morochillo					Fecha de Reporte: 2008-09-19																			
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION																					
N	40.43	ppm																						
P	23.32	ppm																						
S	11.25	ppm																						
K	1.15	meq/100 ml																						
Ca	16.65	meq/100 ml																						
Mg	7.29	meq/100 ml																						
Zn		ppm																						
Cu		ppm																						
Fe		ppm																						
Mn		ppm																						
B	2.23	ppm																						
pH	8.38		<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>BAJO</td> <td>MEDIO</td> <td>ALTO</td> <td>TOXICO</td> </tr> <tr> <td>0 Requiere Cal</td> <td>5.5</td> <td>6.5</td> <td>7.0</td> <td>7.5</td> <td>8.0</td> </tr> <tr> <td>Acido</td> <td>Lig. Acido</td> <td>Pract. Neutro</td> <td>Lig. Alcalino</td> <td>Alcalino</td> </tr> </table>							BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO	0 Requiere Cal	5.5	6.5	7.0	7.5	8.0	Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino
BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO																					
0 Requiere Cal	5.5	6.5	7.0	7.5	8.0																			
Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino																				
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																						
Al		meq/100 ml																						
Na		meq/100 ml																						
Ce	0.232	mS/cm	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>BAJO</td> <td>MEDIO</td> <td>ALTO</td> </tr> <tr> <td>No Salino</td> <td>Lig. Salino</td> <td>Salino</td> <td>Muy Salino</td> </tr> </table>							BAJO	MEDIO	ALTO	No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino								
BAJO	MEDIO	ALTO																						
No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino																					
MO	1.50	%																						
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)					Clase Textural														
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																
2.28	6.34	20.82	25.09			39.60	56.60	3.80	Franco limoso															
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio					 																			

Anexo 5. Recomendación de fertilización luego del análisis de suelo.

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

NOMBRE: David Aguilar CULTIVO: Morochillo FECHA: 08 09 19

MUESTRA	Kg/Ha/año			FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD Sacos 50Kg/ha
	N	P2O5	K2O		
1893 M1	70	20	20	18 - 46 - 0 Sulfato de amonio Nitrato de amonio	1 2 2

Manejo agronómico del fertilizante.

1. Establecimiento

Aplicar todo el fertilizante compuesto en la siembra, al lado y debajo de la semilla, tapar y sembrar. El nitrato de amonio, se aplicará después de 30 a 35 días de la siembra, en banda lateral, de 10 a 15 cm de las plantas. Para compensar la deficiencia de azufre el potasio se lo recomienda en forma sulpomag.

El contenido de boro es alto, se recomienda no aplicar boro ya que puede pasar al nivel tóxico.

El pH es alcalino, puede causar problemas en el cultivo, por bloqueo de nutriente como fósforo y microelementos especialmente Fe. Por lo que es recomendable aplicar abonos foliares compuestos o en forma de quelatos dos o tres aplicaciones.

El contenido de (MO) materia orgánica es bajo, se recomienda aplicar abono orgánico descompuesto 0,5Kg/m² antes de la siembra.

* Las recomendaciones son por hectárea, deberá calcularse el área del cultivo y regular las cantidades de fertilizantes recomendados.

La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar el aspecto climático de la zona por lo tanto esta constituye una guía de fertilización que debe ser ajustada por el técnico responsable, considerando condiciones de clima y agua.

Anexo 6. Fotografías.

Fotografía 1.



Delimitación del área de estudio.

Fotografía 2



Área de estudio delimitada.

Fotografía 3.



Semillas híbridas.

Fotografía 4.



Desinfección de las semillas.

Fotografía 5.



Maíz a los 15 días de la germinación.

Fotografía 6.



Fertilización.

Fotografía 7.



Aporque.

Fotografía 8.



Riego.

Fotografía 9.



Principiando a la floración.

Fotografía 10.



Vista panorámica del ensayo.

Fotografía 11.



Vista aérea de las parcelas.

Fotografía 12.



Camino.

Fotografía 13.



Flores femeninas.

Fotografía 14.



Control fitosanitario.

Fotografía 15.



Nominación de los tratamientos.

Fotografía 16.



Camino.

Fotografía 17.



Medición de las plantas.

Fotografía 18.



Fruto en choclo.

Fotografía 19.



Fruto seco listo para la cosecha.

Fotografía 20.



Grano maduro.

Fotografía 21.



Visita del Ing. Carlos Arcos (asesor).

Fotografía 22.



Visita del Ing. Daniel Obando (Pronaca).

Fotografía 23.



Cosecha

Fotografía 24.



Sacos con el maíz cosechado.

Fotografía 25.



Medición de la longitud de la mazorca.

Fotografía 26.



Medición del diámetro de la mazorca.

Fotografía 27.



Desgranando el maíz.

Fotografía 28.



Tesista trabajando en la cosecha.