

**EVALUACIÓN DE OCHO GENOTIPOS DE MAIZ (*Zea mays L.*) MOROCHO  
BLANCO EN LOS MUNICIPIOS DE CONSACA, SANDONA, ANCUYA, TANGUA  
Y YACUANQUER EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**DANNY FABIAN DEL CASTILLO BASTIDAS  
FRANKLIN FERNEY GILON RAMIREZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
PASTO – COLOMBIA  
2006**

**EVALUACIÓN DE OCHO GENOTIPOS DE MAIZ (*Zea mays L.*) MOROCHO  
BLANCO EN LOS MUNICIPIOS DE CONSACA, SANDONA, ANCUYA, TANGUA  
Y YACUANQUER EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**DANNY FABIAN DEL CASTILLO BASTIDAS  
FRANKLIN FERNEY GILON RAMIREZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
INGENIERO AGRONOMO**

**Presidente de Tesis  
Benjamín Sañudo Sotelo I.A**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
PASTO – COLOMBIA  
2006**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”**

**Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanada del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Javier García Alzate, I.A, M.Sc**  
**Presidente de jurado**

---

**Hernando Criollo Escobar, I.A, M.Sc**  
**Jurado**

---

**Lucio Legarda Burbano, I.A, M.Sc**  
**Jurado**

**San Juan de Pasto, Junio del 2006**

## **AGRADECIMENTOS**

Queremos agradecer de manera muy especial la valiosa colaboración de:

Benjamín Sañudo Sotelo. Ingeniero Agrónomo Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Hugo Ruiz Erazo. Ingeniero Agrónomo M.sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Germán Arteaga Meneses. Ingeniero Agrónomo. M.sc. Decano Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Álvaro Castillo Marín. Ingeniero Agrónomo. Esp. E.G.A. Secretario Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Oscar Checa Coral. Ingeniero Agrónomo. Ph.D. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

*DEDICO A:*

*Dios por darme la oportunidad de crecer al lado de una familia tan maravillosa.*

*Mi padre, Pedro Francisco, por que sin tu apoyo no lo hubiera conseguido, admiro tu sabiduría, agradezco tus consejos, y además por que te considero mi más respetable amigo, este trabajo es tuyo, gracias papá...*

*Mi madre, Gladys por que ahora todo lo que soy te lo debo a ti, a tu ejemplo de tenacidad y valor, por que fue tomado de tu mano cuando inicie mi aprendizaje en la vida, gracias mamá...*

*A mis ángeles, Pedro Francisco y José Mauricio, por que sé que desde el cielo guiaron mi camino, gracias hermanos por que siempre han estado conmigo.*

*A Vanessa y Rubén Darío, por que ustedes son el motor de mi vida, son la fuerza que tengo para seguir adelante.*

*A mi abuela Rosa, gracias por tus sabios consejos.*

*A mi compañero y amigo Franklin, tu apoyo incondicional y amistad sincera son importantes para mi, muchos éxitos.*

*A la memoria de Oscar y Jimmy gracias por haberme brindado su amistad, en poco tiempo aprendí mucho de ustedes. Los extraño...*

*Danny Fabián Del Castillo Bastidas*

*DEDICO A:*

*Dios por brindarme la vida junto a una familia a los cuales nunca los cambiaria por nada del mundo y también por permitir culminar mi carrera sin dificultades.*

*A mi madre Digna María Ramírez R. por su amor, confianza y apoyo incondicional en todo lo que he deseado hacer.*

*A mi hermana Norida Janneth Gilón R. por soportarme en todas mis locuras y caprichos, TE QUIERO MUCHO.*

*A mi hija Catalina Gilón Leyton, eres lo mejor que me ha pasado en toda mi vida. Tú eres la persona que me inspira y me da fortaleza para seguir adelante. Te amo y que Dios te bendiga mi morena.*

*A Natalia Vanesa Leyton R. gracias por tu amor y apoyo sincero e incondicional que llena de alegría mi vida. TE AMO.*

*A Danny Del Castillo, un gran amigo, que gracias a su apoyo logre culminar esta meta. Te deseo muchos éxitos.*

*A la memoria de Oscar Roberto Pantoja, recuerdo con gratitud tu amistad y se que desde arriba estas pendiente de todo lo que hacemos. Te extrañamos.*

*Franklin Gilón Ramírez*

## **CONTENIDO**

	<b>pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>22</b>
<b>1. MARCO TEORICO</b>	<b>23</b>
<b>1.1 GENERALIDADES</b>	<b>23</b>
<b>1.2 CONDICIONES AGROCLIMATICAS</b>	<b>26</b>
<b>1.2.1 Altitud</b>	<b>27</b>
<b>1.2.2 Temperatura</b>	<b>27</b>
<b>1.2.3 Luminosidad</b>	<b>27</b>
<b>1.2.4 Requerimiento hídrico</b>	<b>28</b>
<b>1.2.5 Suelos</b>	<b>29</b>
<b>1.2.6 Fertilización</b>	<b>30</b>
<b>1.2.7 Distancia y densidad de siembra</b>	<b>32</b>
<b>1.3 LIMITACIONES A LA EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE MAÍZ</b>	<b>33</b>
<b>1.4 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS DE MAÍZ</b>	<b>34</b>



<b>1.5 SANIDAD</b>	<b>34</b>
<b>1.5.1 Malezas</b>	<b>34</b>
<b>1.5.2 Plagas</b>	<b>35</b>
<b>1.5.3 Enfermedades</b>	<b>36</b>
<b>1.6 MEJORAMIENTO</b>	<b>38</b>
<b>1.7 RECURSOS GENETICOS</b>	<b>39</b>
<b>2. DISEÑO METODOLOGICO</b>	<b>41</b>
<b>2.1 LOCALIZACION</b>	<b>41</b>
<b>2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	<b>41</b>
<b>2.3 AREA EXPERIMENTAL Y UTIL</b>	<b>43</b>
<b>2.4 LABORES DEL CULTIVO</b>	<b>44</b>
<b>2.4.1 Preparación del terreno</b>	<b>44</b>
<b>2.4.2 Tratamiento de semilla</b>	<b>44</b>
<b>2.4.3 Siembra y fertilización</b>	<b>44</b>
<b>2.4.4 Desyerba</b>	<b>44</b>

<b>2.4.5 Control de plagas y enfermedades</b>	<b>44</b>
<b>2.5 VARIABLES EVALUADAS</b>	<b>45</b>
<b>2.5.1 Ciclo de vida</b>	<b>45</b>
<b>2.5.1.1 Días a emergencia (DE)</b>	<b>45</b>
<b>2.5.1.2 Días a floración (DF)</b>	<b>45</b>
<b>2.5.1.3 Días a formación de mazorca (DFM)</b>	<b>45</b>
<b>2.5.1.4 Días a llenado de mazorca (DLLM)</b>	<b>45</b>
<b>2.5.1.5 Días a madurez de cosecha (DMC)</b>	<b>45</b>
<b>2.5.2 Componentes de rendimiento</b>	<b>45</b>
<b>2.5.2.1 Número de mazorcas por planta (NMP)</b>	<b>46</b>
<b>2.5.2.2. Número de carreras por mazorca (NCM)</b>	<b>46</b>
<b>2.5.2.3 Número de granos por carrera (NGC)</b>	<b>46</b>
<b>2.5.2.4 Peso de 100 granos (P100G)</b>	<b>46</b>
<b>2.5.2.5 Rendimiento (Ton/Ha) de grano seco (RTO)</b>	<b>46</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>47</b>

<b>3.1. EVALUACION DE LOS MATERIALES DE MAIZ TIPO MOROCHO BLANCO</b>	<b>47</b>
3.1.1 Ciclo de vida	47
3.1.2 Número de mazorcas por planta (NMP)	49
3.1.3 Número de carreras por mazorca (NCM)	53
3.1.4 Número de granos por carrera (NGC)	55
3.1.5 Peso de 100 granos (P100G)	59
3.1.6 Rendimiento (Ton/Ha) de grano seco (RTO)	63
<b>3.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD</b>	<b>67</b>
3.2.1 Estabilidad para el rendimiento (Ton/Ha)	67
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Condiciones climáticas de los municipios evaluados.	41
<b>Tabla 2.</b> Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción con la localidad de Sandoná.	50
<b>Tabla 3.</b> Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción con la localidad de Consacá.	50
<b>Tabla 4.</b> Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción con la localidad de Ancuya.	51
<b>Tabla 5.</b> Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción con la localidad de Yacuanquer.	51
<b>Tabla 6.</b> Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción con la localidad de Tangua.	52
<b>Tabla 7.</b> Comparación de medias para ocho materiales de maíz morocho blanco en la variable número de Carreras por mazorca para todas las localidades.	54
<b>Tabla 8.</b> Comparación de medias para cinco ambientes en la variable número de Carreras por mazorca de ocho materiales de maíz morocho blanco.	55
<b>Tabla 9.</b> Comparación de medias para la variable número de granos por carrera, en la interacción con la localidad de Sandoná.	56
<b>Tabla 10.</b> Comparación de medias para la variable número de granos por carrera, en la interacción con la localidad de Consacá.	57
<b>Tabla 11.</b> Comparación de medias para la variable número de granos por carrera, en la interacción con la localidad de Ancuya.	57
<b>Tabla 12.</b> Comparación de medias para la variable número de granos por carrera, en la interacción con la localidad de Yacuanquer.	58

<b>Tabla 13.</b> Comparación de medias para la variable número de granos por carrera, en la interacción con la localidad de Tangua.	58
<b>Tabla 14.</b> Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción con la localidad de Sandoná.	60
<b>Tabla 15.</b> Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción con la localidad de Consacá.	60
<b>Tabla 16.</b> Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción con la localidad de Ancuya.	61
<b>Tabla 17.</b> Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción con la localidad de Tangua.	61
<b>Tabla 18.</b> Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción con la localidad de Yacuanquer.	62
<b>Tabla 19.</b> Comparación de medias para la variable Rendimiento (Ton/Ha), en la interacción con la localidad de Sandoná.	64
<b>Tabla 20.</b> Comparación de medias para la variable Rendimiento (Ton/Ha), en la interacción con la localidad de Consacá.	64
<b>Tabla 21.</b> Comparación de medias para la variable Rendimiento (Ton/Ha), en la interacción con la localidad de Ancuya.	65
<b>Tabla 22.</b> Comparación de medias para la variable Rendimiento (Ton/Ha), en la interacción con la localidad de Yacuanquer.	65
<b>Tabla 23.</b> Comparación de medias para la variable Rendimiento (Ton/Ha), en la interacción con la localidad de Tangua.	66
<b>Tabla 24.</b> Análisis de estabilidad fenotípica para la variable Rendimiento (Ton/Ha)	68

## LISTA DE CUADROS

	pág.
<b>CUADRO 1.</b> Área, producción y rendimiento de Maíz en Ancuya, Consacá, Sandoná, Yacuanquer y Tangua para el segundo semestre del 2004.	26
<b>CUADRO 2.</b> Densidades óptimas y densidades recomendadas para los maíces tropicales para zonas bajas.	33
<b>CUADRO 3.</b> ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el número de mazorcas por planta.	49
<b>CUADRO 4.</b> ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el número de carreras por mazorca.	54
<b>CUADRO 5.</b> ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el número de granos por carrera.	56
<b>CUADRO 6.</b> ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el peso de 100 granos.	59
<b>CUADRO 7.</b> ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el rendimiento.	63

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Plano de campo del diseño experimental para la evaluación de ocho materiales de maíz morocho blanco.	43
<b>Figura 2.</b> Rendimiento de ocho genotipos de maíz en cinco localidades del departamento de Nariño (Ton/Ha).	69

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<b>ANEXO A.</b> Ciclo de vida de los 8 materiales de maíz morocho blanco.	79
<b>ANEXO B.</b> Análisis de correlación de las variables independientes VS Rendimiento (Ton/ha)	80
<b>ANEXO C.</b> Análisis de suelos de las zonas en estudio.	81
<b>ANEXO D.</b> Análisis de varianza de los cinco ambientes para el número de mazorcas.	81
<b>ANEXO E.</b> Análisis de varianza de los cinco ambientes para el número de carreras por mazorca.	82
<b>ANEXO F.</b> Análisis de varianza de los cinco ambientes para el número de granos por carrera.	82
<b>ANEXO G.</b> Análisis de varianza de los cinco ambientes para el peso de 100 granos.	82
<b>ANEXO H.</b> Análisis de varianza de los cinco ambientes para el rendimiento.	83



## GLOSARIO

**AMBIENTE.** Es el conjunto de todas las condiciones externas que afectan el crecimiento y desarrollo de un organismo. Incluye factores ambientales predecibles (algunas características de clima como radiación solar; tipo y fertilidad de suelo; fecha, densidad y método de siembra) y factores ambientales impredecibles (cantidad y distribución de lluvias; temperatura y humedad relativa; presiones repentinas de insectos y enfermedades).

**PIQUETE.** Implemento tradicionalmente usado por los agricultores minifundistas para el sistema de siembra y fertilización.

**ECOTIPO.** Es el producto de la adaptación de una especie a un ambiente particular.

**ESTABILIDAD.** Comportamiento uniforme y predecible a través del tiempo (Semestres o años) o prácticas agronómicas, de un determinado genotipo en una determinada localidad.

**FENOTIPO.** Apariencia externa de los caracteres que se perciben en un individuo dentro del medio en que se desarrolla.

**GENOTIPO.** Es la constitución hereditaria y completa (expresada y latente) de un organismo.

**HEREDABILIDAD.** Proporción genotípica que está influyendo en las características fenotípicas.

**INTERACCION DE GENOTIPO POR AMBIENTE.** Comportamiento relativo diferencial que muestran los genotipos cuando se los somete a diferentes ambientes; expresado en otros términos es la incapacidad de un genotipo para responder similarmente cuando se le siembra en varios ambientes.

**PROLIFICIDAD.** Capacidad que tiene el maíz para producir más de una mazorca.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los municipios de Yacuanquer, Tangua, Sandoná, Consacá y Ancuya, entre los meses de enero y octubre del 2005, cuyas alturas y temperaturas están entre 1550 – 1880 m.s.n.m y 17 – 20 °C respectivamente, con el objetivo de estudiar ocho genotipos de maíz morocho blanco en cinco municipios, por su ciclo de vida y también estudiar los principales componentes de rendimiento.

En cada municipio se realizó un experimento con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y ocho tratamientos que corresponden a los genotipos: *Tabla(s)*, *Across(s)*, *Puntilla(s)*, *Pozarica(s)*, que son genotipos provenientes de Sandoná y *Cuarton(y)*, *Tabla(y)*, *Puntilla(y)*, genotipos provenientes de Yacuanquer, además se incluyó un *testigo* regional tipo morocho blanco.

Los diferentes datos se interpretaron estadísticamente por medio de análisis de varianza, y la prueba de significancia de Tukey. Finalmente, se hizo un análisis combinado de genotipo por ambiente, para luego realizar el análisis de estabilidad fenotípica siguiendo el modelo de Eberhart y Russell.

En cuanto a las variables evaluadas en el ciclo de vida se determinó que los días a emergencia de todos los genotipos en estudio, estuvieron comprendidos entre 10 y 12 días; los genotipos en las localidades de *Yacuanquer* y *Tangua* fueron mas tardíos, en comparación al ciclo de vida de los genotipos en los ambientes de *Sandoná*, *Consacá*, *Ancuya* en los cuales se presentó una mayor precocidad en cuanto a las etapas fenológicas del cultivo (días a floración, formación de mazorca, llenado de grano y días a cosecha).

Además cabe resaltar que el *testigo*, en todas las localidades fue el genotipo más lento en llegar a madurez de cosecha con un promedio de 6 meses, en comparación con los otros genotipos, los cuales oscilaron entre 5 y 5½ meses en promedio.

Sin embargo el *testigo* a pesar de ser el mas lento en llagar a su madurez fisiológica, no fue el genotipo de mas bajo rendimiento.

Los rendimientos de los genotipos evaluados se vieron influenciados por la interacción con los ambientes.

En las localidades de Sandoná Consacá y Ancuya, los genotipos mejorados *Pozarica* y *Across* sobrepasaron las 2.5 Ton/Ha; en la localidad de Yacuanquer los genotipos *Pozarica*, *Across* y *Tabla(y)* mostraron ser estadísticamente iguales con 2.124, 2.111 y 2.021 Ton/Ha respectivamente; para la zona de Tangua los genotipos *Pozarica*, *Across* y *Tabla(y)* también demostraron ser estadísticamente iguales en cuanto a rendimiento con 2.145, 2.099 y 1.801 Ton/Ha respectivamente.

En el análisis de correlación de Pearson, se demostró que las variables que más influyeron en el rendimiento fueron: el número de mazorcas por planta y el número de carreras por mazorca con coeficientes de correlación altos.

El análisis de estabilidad de Eberhart y Russell, demostró que los genotipos *Tabla(y)*, *Cuarton(y)*, *Puntilla(y)*, *testigo*, *Tabla(s)* y *Puntilla(s)* presentan mejor respuesta en ambientes desfavorables y su comportamiento es predecible; los materiales *Pozarica* y *Across*, presentan mejor respuesta en ambientes favorables y son predecibles.

**Palabras claves.** *Ciclo de vida, Componentes de rendimiento, Genotipos, Ambientes, Interacción, Correlación, Estabilidad.*

## ABSTRACT

This work was realized in the districts of Yacuanquer, Tangua, Sandona, Consacá and Ancuya during January and October 2005 whose altitudes and temperatures are around 1550-1880 meters over sea level and 17 – 20<sup>0</sup>C respectively, with the objective of studying eight materials of brown-white corn in five districts due to its life cycle and for studying the primary yielding components.

In each districts was realized a trial with a random block design with four repetitions for eight treatments that correspond to the following materials: Tabla (s), Across (s), Pozarica (s), Puntilla (s), that are genotypes coming of Sandona and Cuarton (y), Tabla (y) y Puntilla (y) are genotypes coming of Yacuanquer, also it was included a regional test of brown-white.

The different data were studied statistically by means of analysis of variance and the Tukey significance test. Finally, it was made a mixed analysis of genotype by environment and then to realize the phenotypic stability analysis following the host of Eberhart and Russell.

With respect to the assessed variables in the life's cycle was determined that the emergency days were established around 10 and 12 days; the genotypes in the locations of Yacuanquer and Tangua were later than the life's cycle of genotypes in the Sandona environments, Consaca, Ancuya in which was presented a major precocity in respect with the respect with the phonologic stages of the culture (days of bloom, formation of ear, filing of grain and days of cropping).

Also is important to underline that the test of control in each location as the genotype slowest in reach the maturity of cropping in a media of six months in comparison with the other genotypes which oscillated around 5 and hal five months.

Nevertheless, the *testigo* unless to be the slowest in reaching is physiological maturity wasn't the slowest yielding geotype. The yielding of valued genotypes was influenced by the environments.

In the environments of Sandona, Consaca and Ancuya the genotypes which showed a better yielding were the *Pozarica* and the *Across* which over the 2.5 Ton / Ha; In Yacuanquer the genotypes of *Pozarica*, *Across* and *Tabla (y)* showed to be the same statistically in respect with yielding 2.124, 2.111 and 2.021 Ton / Ha respectively; In Tangua the genotypes *Pozarica*, *Across* and *Tabla(y)*, showed to be the same statistically in respect with yielding 2.145, 2.099 and 1.081 Ton / Ha respectively.

In the correlation analysis of Pearson was demonstrated that the variables which most influenced in the yielding were the following; the number of ears by plant and the numbers of careers by ears with coefficients of higher correlation.

The stability analysis of Eberhart and Russell, demonstrated that the genotypes *Tabla(y)*, *Cuarton (y)* and *Puntilla (y)* show better answer in unfavorable environments and their behave is expected; the materials *Pozarica* and *Across* show better answer and favorable environments and they are expected .

**Key Words.** *Life's Cycle, Components of yielding, Genotypes, Environments, Interaction, Correlation and Stability.*

## INTRODUCCION

En el departamento de Nariño, existe un área significativa entre 1500 y 2100 metros de altura sobre nivel del mar que tradicionalmente está cultivada con café, donde el agricultor cuenta con pocas alternativas agrícolas económicas, que contribuyan a formar agroecosistemas sustentables. Sin embargo, se mantiene el maíz morocho blanco como un componente necesario para la alimentación humana, aunque no se hace un manejo técnico adecuado.\*

A pesar de lo anterior surge la necesidad de realizar programas de evaluación y selección de genotipos que incrementen la producción de grano seco para los agricultores, especialmente en los municipios de: Yacuanquer, Tangua, Sandoná, Consacá y Ancuya, que en conjunto cuentan con una importante área aledaña al río Guáitara, donde el cultivo del maíz tiene importancia alimenticia y económica para los agricultores dedicados a la actividad, pero al no poseer semillas de genotipos que se adapten a las condiciones ambientales de cada localidad se ven afectados en la producción.\*

Es de vital importancia tener en cuenta los genotipos mejorados de alta calidad nutricional como el caso de *Across* y *Pozarica*, ya que por su riqueza en aminoácidos esenciales tales como Lisina y Triptófano son parte fundamental de la alimentación humana y animal. Este hecho implica la necesidad de evaluar estos genotipos en distintos ambientes con el fin de determinar su estabilidad y adaptabilidad, permitiéndole al agricultor ampliar sus alternativas agrícolas.

El presente trabajo se cumplió de acuerdo con los siguientes objetivos:

- Evaluar ocho genotipos de maíz morocho blanco en los municipios de Yacuanquer, Tangua, Sandoná, Consacá y Ancuya, por su ciclo productivo.
- Estudiar los principales componentes de rendimiento y la producción de grano seco.

---

\* ENTREVISTA con Benjamín Sañudo, profesor Universidad de Nariño, Programa de Ing. Agronómica, Pasto 2004.

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1 GENERALIDADES

Ceballos, et al. manifiestan: “El maíz es uno de los cultivos más importantes; se siembran en el mundo 130 millones de hectáreas cada año”<sup>1</sup>.

Al respecto Edmeades, et al, mencionan que: “Aproximadamente, 42% del maíz sembrado en países en desarrollo se ubica en los trópicos”<sup>2</sup>.

Por su parte Turipana informa que: “En Colombia se siembra un área de 576.000 Has de maíz al año de las cuales el 83% se siembra bajo un sistema tradicional y el 17% bajo un sistema tecnificado, con una producción total de 1’010.000 Ton /año”<sup>3</sup>.

Al respecto FENALCE menciona que “La producción nacional del cultivo de maíz, aunque ha venido disminuyendo en los últimos años, se mantuvo por mucho tiempo, alrededor del millón de toneladas de grano seco y su consumo alcanzó niveles cercanos a los 45 kilos per cápita. En la actualidad el país es deficitario y el consumo es bajo”<sup>4</sup>.

Pantoja y García, señalan que: “El maíz ocupa el cuarto lugar en importancia entre los productores agrícolas de Nariño, por su alta participación en la canasta familiar y por la generación de empleo. A pesar de lo anterior, posee una rentabilidad

---

<sup>1</sup> CEBALLOS, Hernán. Et al. Genética cuantitativa y mejoramiento de maíz para tolerancia a suelos ácidos. Acta Agronómica (Colombia). Vol. 47, No. 4 (1997); p.9-18.

<sup>2</sup> EDMEADES, et al. (1989), citado por Ibid., p. 9-18.

<sup>3</sup> Disponible en Internet: <URL:[http://www.turipana.org.co/maiz\\_principal.htm](http://www.turipana.org.co/maiz_principal.htm)> [Citado el 15 de octubre del 2004]

<sup>4</sup> Disponible en Internet: <URL:<http://www.fenalce.org/seccion.php?pagact=pag32>> [Citado el 01 de noviembre del 2004]

media, causada por los bajos rendimientos y por los continuos problemas de deficiencias de agua, principalmente en la zona de clima cálido”<sup>5</sup>.

Por otro lado CORPOICA señala que: “En el departamento de Nariño 34.968 hectáreas están dedicadas al cultivo de maíz, lo que corresponde al 6% del área total sembrada en Colombia, con rendimientos inferiores a una tonelada, debido a los rendimientos pobres que alcanza el agricultor minifundista del sector tradicional”<sup>6</sup>.

Al respecto Criollo, Lagos y Ruiz<sup>7</sup> afirman que: Esto se debe especialmente al uso del material de libre polinización y de baja productividad, del uso de semilla de baja calidad y además del bajo nivel tecnológico y escasa asistencia técnica a los agricultores.

Además Pandey, et al, afirman que: “Entre los principales factores limitantes de la producción de maíz se tienen los siguientes: Baja fertilidad, técnicas erradas de manejo de cultivo, recursos limitados, aplicación limitada de los mismos y retraso en la transferencia de tecnología”<sup>8</sup>.

Al respecto Criollo y Lagos, manifiestan que:

“El maíz es un cultivo de gran importancia en Nariño por cuanto forma parte esencial de la dieta alimenticia de los mismos agricultores y es un alimento básico para los animales. Sin embargo, los rendimientos son bajos debido a la escasa tecnología del cultivo en la región, representada por el uso de variedades poco productivas, escasa fertilización,

---

<sup>5</sup> PANTOJA Y GARCIA, (1995) citado por GUEVARA, Isabel. Evaluación de 27 líneas promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris*) asociado con maíz (*Zea mays*) en cinco municipios de la zona triguera de Nariño. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. 2005. 122 p

<sup>6</sup> CORPOICA – CRECED CAUCA. Estudio técnico y socio económico del sistema de producción de maíz en zonas de ladera al sur del departamento del Cauca – Colombia. Resumen. Documento interno, CORPOICA Regional 5 y CRECED CAUCA. Cauca : CORPOICA, 2003. p. 6.

<sup>7</sup> CRIOLLO, Hernando, LAGOS, Tulio y RUIZ, Hugo. Calidad de la semilla de maíz utilizada en algunas zonas maiceras de Nariño. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No.2; (2000); p. 9 - 20.

<sup>8</sup> PANDEY, et al. (1994), citado por CEBALLOS, Hernán. Op cit., p. 9-18.



dependencia de las lluvias, distancia de siembra inadecuada y deficiente manejo de plagas, enfermedades y malezas”<sup>9</sup>.

Por otra parte Malaguti<sup>10</sup> afirma que:

El maíz se ha extendido y adaptado desde el lugar de origen (meso-América) hasta las zonas templadas (latitudes fuera de los 34° Lat. N -S) y actualmente el maíz es más de áreas templadas que tropicales ya que en ella se registran las producciones y rendimientos más altos. Además, menciona algunos factores negativos presentes en el trópico aparte de plagas, enfermedades y malezas que disminuyen el rendimiento. Estos son:

- Menor cantidad de luz por ser los días más cortos.
- La menor intensidad de luz por desarrollarse el cultivo en época de lluvia cuando el cielo esta frecuentemente nublado.
- Variaciones climáticas extremas, con altas temperaturas en la noche.
- Variaciones hídricas extremas, con épocas de lluvia intensa y épocas de escasez de lluvia.
- Suelos poco fértiles.
- Diferente potencial genético, que se caracteriza en variadas expresiones fenotípicas, tales como mayor altura y desarrollo vegetal, a expensas de la producción de granos y un ciclo de vida más largo.

---

<sup>9</sup> CRIOLLO, Hernando. y LAGOS, Tulio. Comportamiento del crecimiento del maíz cultivado a diferentes distancias de siembra. En : Revista de Ciencias Agrícolas (Pasto). Vol. 17, No. 2 (2000); p.65 – 78.

<sup>10</sup> MALAGUTI, Gino. El maíz en ambientes tropicales y templados. Incidencia de enfermedades en ambos ambientes. En : Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay). Vol. 20. Nos. 1-2 (1994); p.1 – 11.

La evaluación preliminar del área de producción y rendimiento de maíz, para los municipios de Ancuya, Consacá, Sandoná, Yacuanquer y Tangua, del segundo semestre del 2004 se observa en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Área, producción y rendimiento de Maíz en Ancuya, Consacá, Sandoná, Yacuanquer y Tangua en el departamento de Nariño, para el segundo semestre del 2004.**

MUNICIPIO	AREA SEMBRADA (Ha)	PRODUCCIÓN OBTENIDA (Ton)	RENDIMIENTO SOBRE AREA COSECHADA (kg/Ha)
Ancuya	277	387.8	1400
Consacá	148	177.6	1200
Sandoná	200	360	1800
Yacuanquer	500	750	1500
Tangua	172	257.14	1495

Fuente: consolidado agropecuario, acuícola y pesquero de Nariño 2005<sup>11</sup>.

Del total del área sembrada de maíz de cada municipio mencionado en el cuadro anterior, el 30% corresponde al área utilizada para el cultivo de maíz morocho blanco\*

## 1.2 CONDICIONES AGROCLIMATICAS

Las condiciones agroclimáticas que aportan una determinada región, puede pronosticar que un cultivo tenga o no, un adecuado desarrollo fisiológico, definiendo así el nivel de producción del cultivo.

Teniendo en cuenta que la naturaleza provee la mayor parte de la influencia ambiental, un productor de maíz debe contribuir al sistema de producción que se desee administrar. Tales prácticas incluyen labranza, fertilización del suelo, manejo integrado de malezas, enfermedades e

<sup>11</sup> CONSOLIDADO AGROPECUARIO, ACUÍCOLA Y PESQUERO. San Juan de Pasto, Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente, 2004. 40 p.

\* ENTREVISTA con Benjamín Sañudo, Op. cit.

insectos, riego y otras que incidan en la conservación de los recursos naturales y obtención de rendimientos competitivos<sup>12</sup>.

**1.2.1 Altitud.** Según Jaramillo: “El maíz se encuentra distribuido en todo el territorio colombiano debido a la existencia de una gran diversidad de tipos y variedades con adaptación a todas las condiciones climáticas; se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm”<sup>13</sup>.

Ellis et al., mencionan que: “Las principales regiones de producción de maíz se caracterizan como ambientes de tierras bajas, de media altitud y de tierras altas. Si bien esta clasificación se basa en la altitud, el factor abiótico que las distingue es la temperatura”<sup>14</sup>.

**1.2.2 Temperatura.** Ospina menciona que: “La temperatura promedio ideal para el maíz oscila entre 22 y 29°C. Cuando esta por debajo de los 10°C los procesos fisiológicos empiezan a detenerse a medida que la temperatura desciende”<sup>15</sup>.

Ellis<sup>16</sup>, et al mencionan que las temperaturas fuera del rango de la adaptación del cultivar pueden tener efectos negativos sobre la fotosíntesis, la traslocación, la fertilidad de las inflorescencias masculina y femenina, el éxito de la polinización y otros aspectos del metabolismo.

**1.2.3 Luminosidad.** Criollo y Lagos, afirman: “El maíz es típicamente una planta con sistema fotosintético tipo C4, lo cual la hace fotosintéticamente más eficiente bajo condiciones de alta intensidad de luz”<sup>17</sup>.

---

<sup>12</sup> PEREZ, Juan, et al. Manejo del cultivo del maíz en la Costa Atlántica de Colombia. [Citado el 23 de noviembre del 2004] Disponible en Internet: <URL: [http://www.turipana.org.co/mane\\_maiz.htm](http://www.turipana.org.co/mane_maiz.htm)>

<sup>13</sup> JARAMILLO, Mario. El cultivo del maíz (*Zea mays L.*). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1988. 25 p.

<sup>14</sup> ELLIS, et al. (1992), citado por LAFITTE. H. R. Estrés abióticos que afectan al maíz. [Citado el 23 de noviembre del 2004] Disponible en Internet: <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

<sup>15</sup> OSPINA, Gabriel. Tecnología del cultivo del maíz. Bogotá : Produmedios, 1999. 332 p.

<sup>16</sup> ELLIS, et al. Op. cit.,

<sup>17</sup> CRIOLLO, Hernando y LAGOS, Tulio. Op. cit., p. 65-78.

Al respecto FENALCE<sup>18</sup> menciona que el maíz requiere gran cantidad de brillo solar y por lo tanto en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo debido a la alta nubosidad.

Según Duncan<sup>19</sup> La eficiencia en la intercepción de los rayos solares depende del área foliar, de la posición de las hojas con respecto al sol y de la distribución espacial de las mismas, logrando así una mayor tasa fotosintética.

**1.2.4 Requerimiento hídrico.** Según Torregroza y Arias: “El maíz se desarrolla con regímenes pluviométricos variados desde los 250 – 850 mm de lluvia al año, pero este cereal requiere de 460 a 610 mm para su normal desarrollo reproductivo y vegetativo, siendo el periodo mas crítico el que comprende desde el espigamiento a la formación de granos”<sup>20</sup>.

“Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración”<sup>21</sup>.

“Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada”<sup>22</sup>.

---

<sup>18</sup> Disponible en Internet: <URL:<http://www.fenalce.org/seccion.php?pagact=pag32>> [Citado el 01 de noviembre del 2004]

<sup>19</sup> DUNCAN. (1975), citado por CRIOLLO, Hernando y LAGOS, Tulio. Op. cit., p. 65 – 78.

<sup>20</sup> TORREGROZA, Manuel. y ARIAS, E. Selecciones masales en maíces de clima frío, programa de maíz y sorgo, En : VIII Reunión de Fitotecnia. Bogota, Colombia, ICA, (1970); p 2 – 11.

<sup>21</sup> Disponible en Internet: <URL:<http://www.fenalce.org/seccion.php?pagact=pag32>> [Citado el 01 de noviembre del 2004]

<sup>22</sup> Ibid.

Edmeades, afirma que:

Una de las causas que puede conspirar contra el normal desarrollo del cultivo y su posterior rendimiento es la sequía durante o inmediatamente después de la germinación. En maíz se ha estimado que esta sequía puede causar pérdidas en el número de plantas lo que causa mermas en los rendimientos comparables en algunos casos, con la producida por una sequía durante la etapa de floración<sup>23</sup>.

Por su parte, Legarda y García, mencionan:

La velocidad con que las plantas usan el agua depende en gran parte de las características climatológicas del lugar. El agua como principal constituyente de las plantas, es factor limitante de su desarrollo y cualquier práctica agronómica empleada, tal como: uso de mejores variedades, de fertilizantes, de insecticidas o de mejores labores culturales estará limitada en sus resultados, cuando no se dispone de una cantidad de agua suficiente, pluvial o de riego<sup>24</sup>.

**1.2.5 Suelos.** Pérez<sup>25</sup> et al. sugiere que el suelo para el cultivo de maíz debe ser profundo, permeable con buena disponibilidad de nutrientes, buena capacidad de retención del agua, libre de inundaciones o encharcamientos, textura franca o sus combinaciones, pH entre 5.5 a 7.0, poca pendiente porque favorece la erosión, a no ser que se apliquen prácticas de manejo y conservación del suelo adicionales.

Cramer<sup>26</sup> afirma que el maíz es muy sensible a la salinidad, con una pérdida de 10% de rendimiento, el primer síntoma de estrés de salinidad es el marchitamiento porque el cultivo sufre una *sequía fisiológica* ya que el agua no se puede mover del suelo a las raíces contra el gradiente de potencial osmótico.

---

<sup>23</sup> EDMEADES, (1989), citado por BIASUTTI, C. A. y GALIÑANES, V. A. Influencia del ambiente de selección sobre la germinación de semillas de maíz (*Zea mays L.*) bajo estrés hídrico. Relaciones entre caracteres de plántula con el rendimiento a campo. En : Agriscientia (Argentina), Vol.18, (2001); p. 37 – 44.

<sup>24</sup> LEGARDA, Lucio. y GARCIA, Roberto. Manual de Riego Agrícola, Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2002, 183 p.

<sup>25</sup> PEREZ, et al, Op. cit.,

<sup>26</sup> CRAMER, (1994) citado por LAFITTE, H.R. Op. cit.

Sánchez, Nicolaides y Couto mencionan que:

Los suelos ácidos están ampliamente difundidos en los trópicos ya que cerca del 43% del área está incluida en esa clasificación. Estos suelos se caracterizan por la toxicidad de varios minerales como aluminio y manganeso y deficiencias de fósforo, calcio y magnesio. En mas del 80% de los suelos ácidos de los trópicos el crecimiento de las plantas es limitado por la toxicidad de aluminio, o sea, saturación de aluminio de mas de 60%<sup>27</sup>.

Unger y Kaspar, mencionan: “Los suelos compactados drásticamente afectan la tasa de infiltración de agua, y en consecuencia, el almacenamiento de agua en el suelo para su uso subsiguiente por las plantas, por consiguiente limita el crecimiento de estas y los rendimientos, afectando la infiltración de agua, la aireación, las enfermedades de las plantas y la calidad del rendimiento”<sup>28</sup>.

Según Pandey, et al. “La gran mayoría de los suelos tropicales pueden clasificarse como suelos ácidos, condición que contribuye a la reducción del potencial productivo del maíz”<sup>29</sup>.

#### **1.2.6 Fertilización.** Según, Pérez<sup>30</sup> et al:

La fertilización asegura la restitución de los elementos extraídos del suelo por los cultivos; por ello una buena y oportuna fertilización garantiza buenos rendimientos. Las proporciones relativas de nutrientes que deben aplicarse y el momento oportuno para hacerlo, depende de una gran variedad de factores tales como:

- Características físicas y químicas del suelo.

---

<sup>27</sup> SÁNCHEZ, NICOLAIDES Y COUTO, (1977) citados por LAFITTE, H. R. Op. cit.

<sup>28</sup> UNGER y KASPAR, (1994) citados por VIOLIC. A. D. Manejo integrado de cultivos. [citado el 23 de noviembre del 2004] Disponible en Internet: <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

<sup>29</sup> PANDEY, et al. (1994), citado por CEBALLOS, Hernán. et al. Op cit., p. 9-18.

<sup>30</sup> PEREZ, et al, Op. cit.,

- Reposición o no de los elementos nutritivos extraídos por las cosechas anteriores, con aporte de abonos orgánicos o restitución de residuos de cosecha.
- Clima y genotipo utilizado.
- Disponibilidad de agua y la destinación del cultivo (grano, forraje verde y ensilaje).

Según FENALCE<sup>31</sup> dentro de los principales problemas de deficiencias nutricionales se presentan:

- Deficiencia de Nitrógeno: se presenta principalmente cuando el cultivo se encuentra en estado rodillero, se manifiesta en las hojas bajas con un amarillamiento que comienza en la punta y que se expande por la mitad de la hoja. Si la planta muestra deficiencias de Nitrógeno en momentos críticos, las mazorcas son pequeñas, el contenido de proteínas es bajo y los granos en la punta de la mazorca no se llenan.
- Deficiencia de Fósforo: generalmente aparece cuando las plantas son muy jóvenes, el síntoma se presenta como una mancha de color rojizo púrpura en las hojas y durante las primeras semanas su deficiencia es causa de un sistema radical superficial y mal distribuido. Este elemento también es importante para la formación de la mazorca y el tamaño de los tallos, interfiere en la polinización y llenado de grano. Otra forma de determinar la deficiencia de fósforo es la presencia de tallos torcidos y débiles que no tienen mazorcas ó que son muy pequeñas o deformes y con granos mal desarrollados.
- Deficiencia de Potasio: Esta se manifiesta como una “quemadura” o coloración café en los filos de las hojas bajas. Otro síntoma es la presencia de una decoloración café oscura en el interior de los nudos del tallo que se puede observar cortando el tallo a lo largo. también se presenta como mazorcas mal rellenas en las puntas y granos sueltos y mal formados.

---

<sup>31</sup> FENALCE, Conozca y resuelva los problemas del maíz. En : INPOFOS, Boletín divulgativo, (2004). p. 1-4.

- Deficiencias de elementos menores: Para el caso del Cobre una deficiencia severa se manifiesta en las plantas jóvenes como un secamiento de las puntas de las hojas superiores y una torcedura y secamiento de las hojas más nuevas. En el caso del Zinc, la deficiencia se manifiesta con el crecimiento desigual del cultivo, con la presencia plantas de crecimiento normal mientras que aparecen otras muy pequeñas, de solamente 40 á 50 cm de alto, en el momento de la floración.

Pérez, et al., mencionan que: “Debido a la diversidad de sistemas y formas de cultivar el maíz en todo el país, es difícil generalizar una recomendación específica en cuanto a la cantidad de nutrientes a aplicar. Lo más aconsejable es realizar el análisis de suelo antes de la siembra, el cual dará las pautas para hacer las recomendaciones del caso”<sup>32</sup>.

**1.2.7 Distancia y densidad de siembra.** Al respecto Criollo y Lagos mencionan que:

Una de las prácticas mas cuestionadas en el cultivo de maíz es la distancia de siembra equivalente a distanciamientos de 0.8 a 1 m entre surcos y de 2 a 3 m entre plantas, tres plantas por sitio, utilizada así para facilitar el laboreo del suelo con aperos de tracción animal y generando una densidad entre 10.000 y 18.750 plantas por hectárea. Es de esperar que estas densidades influyan significativamente en el crecimiento y desarrollo del maíz, afectando al final la productividad del cultivo<sup>33</sup>.

Edmeades<sup>34</sup>, en Ghana, mediante la ejecución de un experimento observo una reducción importante en el rendimiento cuando había más de dos plantas juntas, siendo esta declinación mayor a las densidades mas altas, esto debido a la competencia de agua, nutrimentos y luz, por consiguiente el tamaño de mazorcas y el peso decrecen a medida que la densidad de plantas aumenta.

---

<sup>32</sup> PEREZ, et al. Op. cit.,

<sup>33</sup> CRIOLLO y LAGOS. Op. cit., p. 65-78.

<sup>34</sup> EDMEADES (1990) citado por VIOLIC, A.D. Op. cit.,



Las densidades para zonas de clima medio oscilan entre 25000 y 55000 plantas por hectárea\* .

Verissimo, recomienda: “Densidad de siembra de maíz en monocultivo entre 35.000 y 125.000 plantas, dependiendo de las condiciones de clima y suelo, técnicas de cultivo, variedades y fecha de siembra y de su interacción”<sup>35</sup>.

## **Cuadro 2. Densidades óptimas y densidades recomendadas para los maíces tropicales para zonas bajas**

Altura de planta (m)	Días a 50% floración masculina	Densidad óptima (plantas/ha)	Densidad recomendada (plantas/ha)
1,6 - 1,8	<50	85 000	60 000
1,8 - 2,0	50-55	78 000	55 000
2,0 - 2,2	55-60	70 000	50 000
2,2 - 2,4	>60	65 000	45 000

Fuente: basado en Lafitte, (1994)<sup>36</sup>.

### **1.3 LIMITACIONES A LA EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE MAÍZ**

Pla, afirma que: “Los bajos rendimientos en el cultivo de maíz se han atribuido en parte al déficit hídrico o limitaciones a la aireación, producto de la formación del sello superficial cuando se inician las lluvias y el suelo esta desprotegido, y al pobre establecimiento del cultivo debido a la reducción de la emergencia causada por la alta resistencia de la costra formada en la fase siguiente del secado”<sup>37</sup>.

Ospina, asegura que: “La profundidad efectiva del perfil puede constituirse en un factor limitante, cuando un horizonte o capa compacta impide la penetración de las

---

\* ENTREVISTA con Javier García, profesor UDENAR, programa de Ing. Agronómica, Pasto 2004

<sup>35</sup> VERISSIMO, (1994) citado por Criollo y Lagos. Op. cit.,p. 65-78.

<sup>36</sup> LAFITTE, H. R (1994) citado por VIOLIC, A. D. Op. cit.

<sup>37</sup> PLA, (1998) citado por LOZANO, Zenaida. et al. Limitaciones a la emergencia de plántulas de maíz y sorgo en algunos suelos de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía UCV (Venezuela). Vol. 26, No. 1 (2000); p.15 – 25.

raíces y ocasionar trastornos nutritivos o fisiológicos que se manifestarán en una disminución de la producción”<sup>38</sup>.

## **1.4 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS DE MAÍZ**

Álvarez y Domínguez, manifiestan que el crecimiento y desarrollo: “Está determinado por su información genética (genotipo) almacenado en la semilla, y la capacidad de su expresión depende de factores ambientales como la luz, temperatura, nutrientes, agua y de las interacciones genotipo por ambiente. Estos factores en forma integrada determinan la expresión fenotípica”<sup>39</sup>.

## **1.5 SANIDAD**

### **1.5.1 Malezas.** Según Violic:

Las malezas, los insectos y las enfermedades son factores importantes que pueden causar la pérdida total de un cultivo de maíz. En la mayoría de los casos, las pérdidas de rendimiento causadas por las malezas son mayores que las causadas conjuntamente por las enfermedades y los insectos. De cualquier manera, la estimación del daño hecho por las malezas es difícil de estimar porque sus efectos son observados tardíamente en el cultivo y cuando las malezas ya han competido por luz, agua y nutrimentos durante las etapas críticas del desarrollo, reduciendo así los rendimientos<sup>40</sup>.

Riveros afirma que las malezas: “Causan reducción en los rendimientos entre el 10 y 84%, la causa principal de las pérdidas de producción es la competencia por los recursos luz, agua y minerales además tiene otros efectos como el de

---

<sup>38</sup> OSPINA, Julio y ALDANA, Héctor. Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Tomo 2. Proyección agrícola 1. Terranova, Santa Fe de Bogotá, 1995. p.110 – 115.

<sup>39</sup> ALVAREZ y DOMINGUEZ (1996) citados por MENDEZ, Luis. y MURIEL, Jesús. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz (*Zea mays L.*) tipo morocho en la vereda La Laguna, municipio de Tuquerres. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 2002. 42 p.

<sup>40</sup> VIOLIC, A. D. Op. cit.

hospedar plagas y patógenos, reducir la calidad del producto, dificulta las labores de cosecha y aumenta los costos de producción”<sup>41</sup>.

Francis afirma que:

Hay una época en la cual las malezas causan mayores daños al cultivo aunque esto cambie con las condiciones ambientales, se ha establecido que el periodo crítico de las malezas en el cultivo esta en los primeros 40 y 50 días de establecido. Es de utilidad destacar que a veces las malezas pueden hospedar insectos benéficos en el control biológico de plagas y por lo tanto no siempre representan relaciones negativas<sup>42</sup>.

**1.5.2 Plagas.** FENALCE Y FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS de la Universidad de Nariño<sup>43</sup>, mencionan que las plagas que mas atacan la producción y calidad del maíz son:

- TROZADORES (*Agrotis ipsilon*) son gusanos de color gris oscuro y brillantes, frecuentes en épocas secas y en plantas jóvenes, las cuales son trozadas en horas de la noche, mientras que de día permanecen en el suelo y en los sitios de daño. El control se puede realizar a base de Clorpirifos + Cipermetrina en dosis de un litro por hectárea, haciendo un remejo basal en los sitios de daño en horas de la tarde.
- COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) corresponde a gusanos de color crema grisáceo a café claro, con rayas longitudinales blanquecinas, que roen los tejidos de las hojas internas y consumen tejidos de los cogollos, desde antes del estado rodillero de las plantas, hasta cerca del espigamiento, ocasionando pérdidas hasta del 30%. Se recomienda

---

<sup>41</sup> RIVEROS, (1988) citado por BRAVO, Norman y CEBALLOS, Jorge. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz tipo morocho en la vereda Güitungal, del municipio de Córdoba, Departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2003. 113 p.

<sup>42</sup> FRANCIS (1980) citado por ORTIZ, A. Caracterización de la población de malezas en el cultivo asociado maíz – fríjol de clima frío e interacción de las mismas a nivel de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1991. 58 p.

<sup>43</sup> CONVENIO FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES FENALCE – UNIVERSIDAD DE NARIÑO. FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS. Manejo Técnico del cultivo de Maíz Morocho en la zona cafetera de Nariño. Pasto, 2003. 20 p.

hacer un control cuando se observen los primeros daños en las hojas externas y luego en renuevos de ataque en la elongación de las plantas especialmente en épocas secas, con la aplicación alternada de insecticidas carbámicos y fosforados.

- CHUPADORES como el lorito gris (*Dalbulus maydis*), áfidos (*Rhopalosiphum maydis*) que si bien no ocasionan daños directos significativos, es necesario reducir su poblaciones, por cuanto pueden difundir enfermedades virosas y fitoplasmáticas con incidencia severa, observándose principalmente rayados blanquecinos amarillentos o coloración púrpura de las hojas, además de achaparramiento y vaneamiento de plantas. Se recomienda hacer el control con aplicaciones alternadas de insecticidas carbámicos o fosforados.
- GUSANO DE LAS MAZORCAS (*Heliothis zea*) es difícil determinar su ataque, puesto que lo realizan en el interior de las mazorcas, cuando uno o varios gusanos de color café claro, verdoso a grisáceo, consume los granos desde el estado lechoso, produciendo perdidas variables. Su control químico no es recomendable debido a las dificultades de su aplicación, ya que pueden ocasionar envenenamientos a los operarios.

**1.5.3 Enfermedades.** FENALCE Y FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS de la Universidad de Nariño<sup>44</sup> mencionan que además de las enfermedades de origen viroso, son frecuentes las causadas por hongos, como son:

- TIZONES (*Helminthosporium maydis* y *H. tursicum*), MANCHAS (*Phyllosticta* sp., *Cercospora* sp., *Phyllachora maydis*) desde el estado rodillero y en épocas húmedas, hay la presencia de bandas necróticas de diferente longitud y de color café grisáceo, con bordes ligeramente amarillentos, así como manchas ovoides y elipsoidales de color café a grisáceo, además de la formación de masas costrosas y oscuras superficiales en la lamina foliar. En conjunto, producen secamientos extensivos de las hojas a partir de las bajas.
- PUDRICION DE COGOLLOS (*Fusarium moniliforme*) es una enfermedad frecuente en la zona cafetera, con mayor incidencia en épocas de invierno observándose plantas con un amarillamiento de las

---

<sup>44</sup> Ibid., p.13

hojas del cogollo y secamiento las cuales no abren y en la parte interna hay una pudrición húmeda con olor a fermento.

- ROYAS (*Puccinia sorghi* y *P. polysora*) Cuando se alternan épocas húmedas y secas, desde el estado de maíz rodillero y a partir de las hojas bajas, se observan pústulas pequeñas amarillo anaranjadas o pústulas alargadas café rojizas; estas pueden secar totalmente las hojas afectadas.
- CARBONES (*Ustilago zaeae* y *Sphaceloteca reiliana*) en la época de formación de grano, algunas mazorcas son gruesas y de abirlas dejan ver formaciones abultadas de color gris claro con la pared carnosa, reemplazando los granos y que al romperse, exponen una masa polvosa de color café oscuro, correspondiente a las esporas de los hongos, que al contaminar granos de mazorcas sanas o el suelo, permiten la diseminación de los patógenos a los cultivos de maíz siguientes.
- PUDRICIONES DE MAZORCAS (*Fusarium spp.*, *Giberella spp.*, *Diplodia sp.*, y *Penicillium sp.*) es frecuente en épocas prolongadas de invierno en la etapa de secamiento del maíz, ocurriendo una pudrición húmeda total o parcial del la tusa y los granos, con cubrimientos miceliales de color blanco, rojizo, café o verdoso, haciendo inservibles los órganos afectados. Además, cuando se almacena mazorcas en lugares húmedos o el grano con una humedad mayor del 15%, aquellos sufren una pudrición seca y se llena de en moho verdoso, mientras que la semillas tienen rayados blanquecinos y el embrión muestra un moho verdoso.

Cuando se presenta un ataque en conjunto de estas enfermedades, puede ocasionar pérdidas significativas de la producción mayores al 20 %<sup>45</sup>.

En la mayoría de las ocasiones se pueden observar un ataque conjunto de Tizonas, Manchas y Royas, por lo que se aconseja una aplicación de manera preventiva con fungicidas a base de Mancozeb al inicio de las temporadas lluviosas, en dosis de 1 a 1.5 Kilogramos por hectárea. Si la

---

<sup>45</sup> Ibid., p.14

severidad aumenta se aconseja una aspersión de un fungicida del grupo de los Triazoles<sup>46</sup>.

## 1.6 MEJORAMIENTO

El potencial para incrementar la producción que satisfaga las necesidades alimenticias de una fuerte presión demográfica, es sin duda superior en el caso del maíz que en el de otros cereales. La calidad nutricional del maíz puede ser mas fácilmente mejorada con los métodos convencionales de fitomejoramiento y con las tecnologías emergentes de ingeniería genética<sup>47</sup>.

FENALCE menciona que:

El maíz *Morocho* es una variedad que se esta difundiendo en la zona andina colombiana; ha sido desarrollado cruzando tipos de maíces harinosos con maíces duros de zonas altas. Los granos tienen almidón blando en el centro con una capa periférica de almidón duro que lo rodea. Los maíces de tipo *Morocho* son más tolerantes a los problemas que afectan a los maíces harinosos; estos son maíces que tienen el doble propósito de servir como uso humano y para la industria avícola, pero presentan problemas en su molienda lo cual los hace difícilmente aceptados por la industria<sup>48</sup>.

Según Infoagro<sup>49</sup>:

Los objetivos del mejoramiento del maíz van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción. Por ello, se selecciona en masa

---

<sup>46</sup> Ibid., p.15

<sup>47</sup> BYERLEE y SAAD, (1993), citado por PALIWAL. R.L. Futuro del maíz en los trópicos. [Citado el 23 de noviembre]. Disponible en Internet <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

<sup>48</sup> FENALCE. El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción. [citado en octubre de 2004]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.fenalce.org.co>>

<sup>49</sup> El cultivo del maíz (Apartados del 1-5). [Citado el 23 de noviembre del 2004]. Disponible en Internet:<URL:<http://www.infoagro.com/herbáceos/cereales/maíz.asp#4.%20GENÉTICA%20DEL%20MAÍ>>

aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten unas características determinadas de lo que se quiera conseguir como mejora de cultivo.

## 1.7 RECURSOS GENÉTICOS

Esquinas afirma que: “Todas las variedades que existen con relación a una especie son los recursos fitogenéticos de dicha especie, es decir, todo el conjunto de genes que pueden en un momento dado abastecer al fitomejorador para la realización de su trabajo”<sup>50</sup>.

Hawkes señala que: “el manejo de esta gran reserva de genes, posibilita su uso en el mejoramiento para responder a las necesidades de cultivos de mejor calidad y rendimiento, mayor adaptación ambiental y resistencia a plagas y enfermedades”<sup>51</sup>.

Reyes afirma que:

La disponibilidad de recursos genéticos, humanos y económicos hacen posible desarrollar plantas cuya estructura, para condiciones específicas les permita aprovechar mejor su hábitat, en la actualidad los fitomejoradores se basan en la eliminación de defectos y en la selección para rendimiento poniendo escasa atención sobre los aspectos fisiológicos y/o morfológicos de la planta<sup>52</sup>.

Duque Vargas, et al. aseguran que: “Los estudios genéticos hechos en el maíz cultivado en los suelos ácidos indicaron que había una alta variación genética

---

<sup>50</sup> ESQUINAS (1983), citado por GONZALES, Fabio y DURAN, José. Evaluación de componentes de rendimiento y respuesta a enfermedades de 16 materiales de maíz morocho en el municipio de Tangua – Nariño. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 1998. 77 p.

<sup>51</sup> HAWKES, (1985) citado por GONZALES, Fabio y DURAN, José. Op. cit., 77p

<sup>52</sup> REYES, (1990) citado por BRAVO, Norman y CEBALLOS, Jorge. Op. cit., 113 p.

aditiva para la variación en el rendimiento, por lo que muchos genes parecen estar asociados con esta tolerancia”<sup>53</sup>.

Según Da Silva y Gabelman: “El maíz presenta variación genética para tolerancia al bajo contenido de fósforo, el cual es un factor que conduce a pobres rendimientos del cultivo en los suelos ácidos”<sup>54</sup>.

Lonquist:

Dió una descripción completa de un grupo de genes de base amplia. Esencialmente, es una mezcla genética de genotipos disponibles de maíz adaptables al área para la cual se buscan materiales mejorados. Reuniendo un gran número de genotipos diversos resulta una mayor variabilidad genética, la cual da lugar a un mayor potencial de selección. Un grupo de genes es por lo tanto considerado un depósito abierto para los programas de mejoramiento a largo plazo<sup>55</sup>.

Miranda sugirió que “cuando se trabaje con poblaciones de maíz de base amplia, la selección masal será mas efectiva en los primeros ciclos a fin de incrementar el valor de adaptación de la población y mejorar las características agronómicas tales como altura de la planta, resistencia al vuelco y resistencia a los insectos y enfermedades”<sup>56</sup>.

---

<sup>53</sup> DUQUE VARGAS, et al. (1994) citado por LAFITTE, H. R. Mejoramiento para resistencia a los estreses abióticos. [Citado el 23 de noviembre]. Disponible en Internet <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

<sup>54</sup> DA SILVA y GABELMAN, (1992) citado por LAFITTE, H. R. Op. cit.

<sup>55</sup> LONNQUIST, (1967) citado por PALIWAL, R. L. Mejoramiento del maíz por selección recurrente. [citado el 23 de Noviembre]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

<sup>56</sup> MIRANDA. (1985) citado por PALIWAL, R. L. Op. cit.



## 2. DISEÑO METODOLOGICO

### 2.1 LOCALIZACION

El presente trabajo se realizó en los municipios de Yacuanquer, Tangua, Sandoná, Consacá y Ancuya, entre los meses de enero y octubre del año 2005, cuyas alturas y condiciones climáticas para cada una de las localidades aparecen en la tabla 1.

**Tabla 1. Condiciones climáticas de los municipios evaluados.**

MUNICIPIO	ALTURA (m.s.n.m)	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	PRECIPITACION (mm/año:2005)
Yacuanquer	1880	17.0	1110
Tangua	1850	18.5	1060
Sandoná	1800	18.5	1315
Consacá	1700	19,6	1047
Ancuya	1550	20	1047

Fuente: IDEAM<sup>57</sup>

### 2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

En cada municipio se realizó un ensayo con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones para ocho tratamientos que corresponden a los genotipos: *Tabla(s\*)*, *Across(s\*)*, *Puntilla(s\*)*, *Pozarica(s\*)*, *Cuarton(y\*\*)*, *Tabla(y\*\*)*, *Puntilla(y\*\*)*, además se incluyó un testigo regional tipo morocho blanco. Los materiales de maíz morocho blanco en estudio se describen a continuación.

<sup>57</sup> INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. [citado el 25 de Mayo del 2006] Disponible en Internet: <URL[http://www.ideam.gov.co/adquisición/venta información](http://www.ideam.gov.co/adquisición/venta_información)>

\* Materiales provenientes de Sandoná

\*\* Materiales provenientes de Yacuanquer

*Tabla (s)*: el grano es de color blanco cristalino, grande, grueso y redondeado en tusa gruesa, las plantas alcanzan una altura mayor a 2.50 m.

*Tabla (y)*: su grano es de color blanco cristalino, grande, grueso y aplanado, en tusa gruesa. Plantas con altura mayor a 2.50 m.

*Cuarton (y)*: el grano es blanco cristalino, con regiones amiláceas, grande, en tusa delgada y plantas con altura mayor de 2.50 m.

*Puntilla (y)*: su grano es blanco cristalino plano, claviforme, con regiones amiláceas, mediano con tusa de ancho medio. Plantas con altura mayor de 2.50m.

*Puntilla (s)*: grano de color blanco cristalino, claviforme, delgado, en tusa delgada, plantas con altura mayor de 2.50m.

Los genotipos *Tabla*, *Puntilla* y *Cuarton* son cultivares regionales, que se obtuvieron mediante labores de selección masal por prolificidad.

*Pozarica (s)*: genotipo mejorado de alta calidad nutricional, rico en aminoácidos esenciales como Lisina y Triptófano, con grano cristalino, plano, pequeño, con tusa de ancho medio, plantas con alturas menores de 2.00 m.

*Across (s)*: genotipo mejorado de alta calidad nutricional, rico en aminoácidos esenciales como Lisina y Triptófano, su grano es cristalino, plano, pequeño, en tusa gruesa, plantas con alturas menores de 2.00 m.

*Testigo*: su grano es de color blanco cristalino duro, pequeño delgado, en tusa gruesa y plantas con altura mayor a 2.50 m.

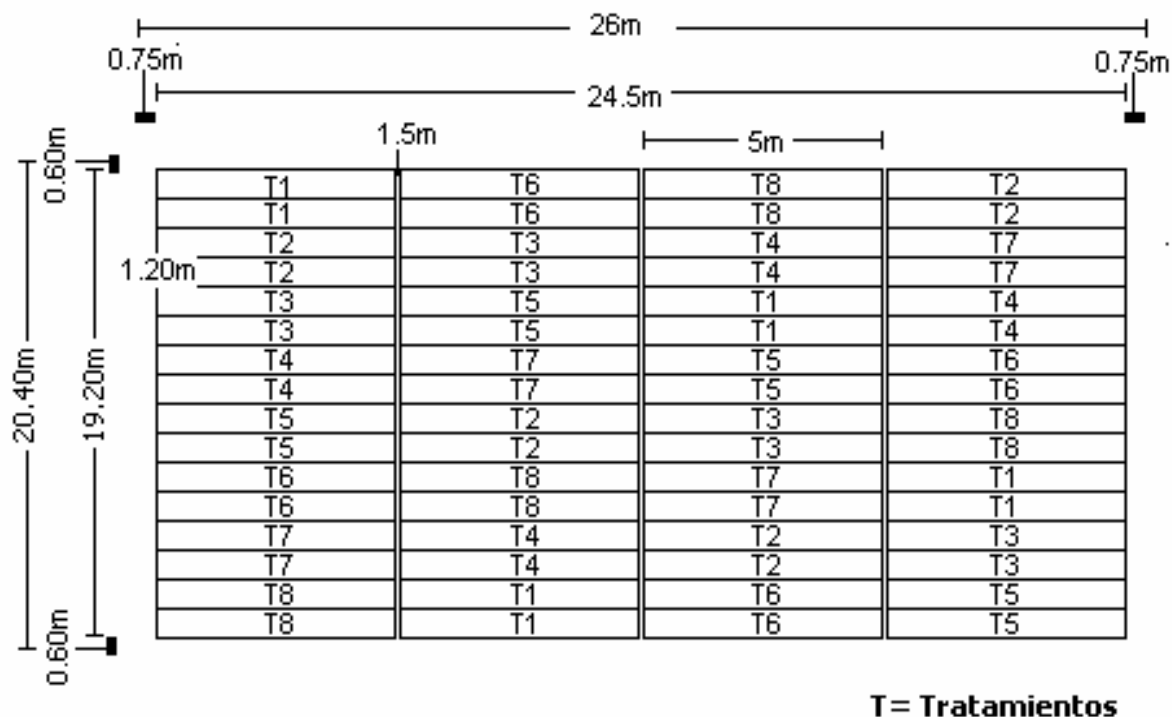
Los diferentes datos obtenidos de las variables número de mazorcas, número de carreras, números de granos por carrera, peso de 100 granos y rendimiento se interpretaron estadísticamente por medio de análisis de varianza y la prueba de significancia de Tukey.

Finalmente, se hizo un análisis combinado de genotipo por ambiente, para luego realizar el análisis de estabilidad fenotípica siguiendo el modelo de Eberhart y Russell<sup>58</sup>.

### 2.3 AREA EXPERIMENTAL Y ÚTIL

Para cada ensayo se preparó un lote de 26 x 20.40 metros para un área total de 530.4 m<sup>2</sup> en el cual se trazaron 16 surcos de 24.50m con separación de 1.20m entre ellos. El lote se dividió en cuatro bloques de 5m x 19.20m con separación de 1.5 metros entre bloques y unos bordes en los extremos del lote de 0.75m y 0.60m como se indica en la figura 1. Cada bloque tuvo 16 surcos con 5 metros de longitud, en donde se distribuyeron al azar los genotipos de maíz incluido el testigo, con dos surcos por genotipo sin dejar separación entre ellos\*. El área útil estuvo representada por 6 m<sup>2</sup>.

**Figura 1. Plano del diseño experimental para la evaluación de ocho materiales de maíz morocho blanco.**



<sup>58</sup> SAÑUDO, Benjamín y BETANCOURTH, Carlos. Fundamentos de Fitomejoramiento, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. 2005. 150 p.

\* ENTREVISTA con Benjamín Sañudo, Op. cit.

## 2.4 LABORES DEL CULTIVO

**2.4.1 Preparación del terreno.** Se utilizó el sistema empleado por los agricultores de cada zona, que consiste en una arada y dos rastrilladas, con el objetivo de mejorar las condiciones del suelo para lograr una buena germinación de la semilla.

**2.4.2 Tratamiento de semilla.** La semilla fue tratada químicamente con *acefato* 1 gramo más *carbendazin* 2 centímetros cúbicos por kilogramo de semilla, con el fin de evitar problemas en la germinación por ataque de plagas y por un complejo fungoso.

**2.4.3 Siembra y Fertilización.** Se maneja una distancia de siembra de 1.00 metro entre sitios x 1.20 entre surcos depositando 2 semillas por sitio a piquete. Se realizó una sola fertilización con base a los requerimientos del cultivo, los cuales en términos generales para una producción estimada de 4000 Kg/Ha necesita: 100 Kg de Nitrógeno, 20 Kg de Fósforo y 70 Kg de Potasio.

Para el área del experimento (384 m<sup>2</sup>) se utilizaron un total de 8 Kg de úrea, 2 Kg de fosfato diamónico (DAP) y 4.5 Kg de Cloruro de Potasio (KCl), además de 400 gramos de una fuente de elementos menores, el fertilizante se aplicó al momento de la emergencia total de plantas, distribuyendo el abono a piquete, a lado y lado de los sitios de la planta.

**2.4.4 Desyerba.** Se realizaron tres desyerbas manuales en la emergencia total (11 días), estado de maíz rodillero (40 días) y elongación de las plantas (70 días), haciendo aporque con las dos últimas labores.

**2.4.5 Control de plagas y enfermedades.** El control de plagas se realizó mediante la aplicación de un insecticida fosforado (Ingrediente activo: Clorpirifos) multiacción en dosis de 1 litro por hectárea, para el control de cogollero (***Spodoptera frugiperda***), alternando la aplicación en la elongación de los tallos (50-60 días después de la siembra), con un insecticida carbámico (Ingrediente activo: Metomil).

Para el control de enfermedades se utilizó básicamente productos preventivos con ingrediente activo Mancozeb, en dosis de 1 Kg por hectárea, teniendo en cuenta las condiciones ambientales, así como también la intensidad de ataque de la enfermedad.

## 2.5 VARIABLES EVALUADAS

### 2.5.1 Ciclo de vida

**2.5.1.1 Días de emergencia (DE).** Se determinó el número de días entre la siembra y la fecha en que más del 50% de las plantas presentaron el estado de emergencia<sup>59</sup>.

**2.5.1.2 Días a floración (DF).** Se determinó el número de días entre la siembra y la fecha en que más del 50% de las plantas alcanzó su estado de inflorescencia masculina<sup>60</sup>.

**2.5.1.3 Días a formación de mazorca (DFM).** Se determinó el número de días desde la siembra, hasta cuando más del 50% de las plantas mostraban la primera mazorca con los estilos sobresaliendo<sup>61</sup>.

**2.5.1.4 Días a llenado de mazorca (DLLM).** Se determinó el número de días desde la siembra, hasta cuando más del 50% de las plantas presentaron llenado de mazorca<sup>62</sup>.

**2.5.1.5 Días a madurez de cosecha (DMC).** Se determinó el número de días desde la siembra, hasta cuando más del 50% de las plantas presentaron la primera mazorca con grano duro<sup>63</sup>.

### 2.5.2 Componentes de rendimiento

---

<sup>59</sup> INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Cultive mejor su maíz: ICA. Centro regional de investigación. Pasto, 1991. p 8

<sup>60</sup> Ibid., p. 8

<sup>61</sup> Ibid., p. 8

<sup>62</sup> Ibid., p. 9

<sup>63</sup> Ibid., p. 9

**2.5.2.1 Número de mazorcas por planta (NMP).** Se determinó mediante la evaluación de cinco plantas de cada parcela donde se contabilizó el número total de mazorcas efectivas, con lo cual se obtuvo el promedio por planta<sup>64</sup>.

**2.5.2.2 Número de carreras por mazorca (NCM).** En diez mazorcas tomadas al azar se realizó el conteo de carreras o hileras, en la parte media de cada mazorca de maíz<sup>65</sup>.

**2.5.2.3 Número de granos por carrera (NGC).** Se realizó el respectivo conteo de granos por carrera o hilera, para cada una de las diez mazorcas tomadas al azar<sup>66</sup>.

**2.5.2.4 Peso de cien granos (P100G).** Después de realizar el conteo de los granos por carrera y una vez secos, se pesaron, registrando este valor con base al 15% de humedad.<sup>67</sup> Este cálculo se realizó mediante un medidor de humedad marca Motomco en las instalaciones de FENALCE. Una vez que los granos estuvieron secos, se tomaron cien granos y se pesaron.

**2.5.2.5 Rendimiento (Ton/Ha) de grano seco (RTO).** Se hizo la cosecha, trilla, limpieza y secado del grano; efectuando el pesaje para transformar los datos en Ton/Ha, utilizando la siguiente fórmula propuesta por CIMMYT<sup>68</sup>.

$$Rto = \frac{RP * 10000 \text{ m}^2}{AC \text{ m}^2} \times \frac{100 - \%HM}{86}$$

Rto = Rendimiento de maíz en Kg/ha

RP = Rendimiento por parcela

AC = Área cosechada

HM = Humedad de la muestra

86 = Constante

---

<sup>64</sup> Ibid., p. 9

<sup>65</sup> Ibid., p.10

<sup>66</sup> Ibid., p.10

<sup>67</sup> Ibid., p.10

<sup>68</sup> CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Adiestramiento de maíz. Experimento fuera de la estación. Documento de trabajo. México: CIMMYT, 1981. p. 18

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 EVALUACION DE LOS MATERIALES DE MAIZ TIPO MOROCHO BLANCO

**3.1.1 Ciclo de vida.** En el anexo A, se pueden observar los resultados de ciclo de vida en cuanto a días a emergencia (DE), días a floración (DF), días a formación de mazorca (DFM), días a llenado de mazorca (DLLM), y días a cosecha (DC), correspondientes a los 8 materiales de maíz morocho blanco evaluados en cada una de las localidades.

Los genotipos mejorados *Across (s)* y *Pozarica (s)*, presentan similar número de días en cuanto a las etapas fenológicas del cultivo. Así mismo se observó que los genotipos *Tabla (s)* y *Tabla (y)* muestran similar comportamiento en todas las localidades, exceptuando en la localidad de Yacuanquer donde la diferencia en el ciclo total de vida entre estos dos genotipos es de 12 días (Anexo A).

Los genotipos *Cuarton (y)* y *Puntilla (s)* presentan similar periodo vegetativo desde los días a emergencia de las plántulas hasta los días a madurez de cosecha, por ejemplo, en el caso de la localidad de Sandoná, donde para ambos genotipos los días desde la emergencia hasta la madurez de cosecha oscilaron entre los 12 días y los 155 días (Anexo A).

Los genotipos mejorados *Across* y *Pozarica* dentro de las etapas del ciclo de vida fueron los que mas temprano llegaron a madurez de cosecha, particularmente en la localidad de Ancuya donde tardaron 133 y 130 días respectivamente, en comparación con el resto de genotipos en estudio para los cuales los días hasta su madurez fisiológica sobrepasaron los 140 días. En general estos genotipos mejorados en todas las localidades resultaron ser los que mas anticipadamente llegaron a su cosecha (Anexo A).

Cabe resaltar que el *Testigo*, en todas las localidades fué el genotipo más tardío en llegar a madurez de cosecha (Anexo A), en comparación con los otros materiales, sin embargo cabe destacar también, que su rendimiento no fue el mas bajo.

En las variables evaluadas se puede indicar que los días a emergencia de todos los materiales en estudio, estuvieron comprendidos entre 10 y 12 días; de igual manera, es posible reconocer que en general el ciclo de vida para todos los genotipos en estudio en las localidades de *Yacuanquer* y *Tangua* fue mas lento, en comparación al ciclo de vida de los genotipos en los ambientes: *Sandoná*, *Consacá*, *Ancuya* en los cuales se presentó una mayor precocidad (Anexo A).

Al respecto Davis y García<sup>69</sup> afirman que a menor altitud y temperaturas más altas, el ciclo de vida se acorta y que por el contrario a mayor altitud y a temperaturas más bajas, el ciclo de vida se alarga. Lo cual es demostrado en el presente ensayo donde se observa que en la localidad de Ancuya situada a 1550 m.s.n.m y Temperatura promedio de 20<sup>0</sup>C los genotipos evaluados presentaron menor ciclo de vida, a diferencia de los genotipos evaluados en Yacuanquer ubicado a 1880 m.s.n.m con una Temperatura promedio de 17<sup>0</sup>C donde su ciclo de vida fue mas largo (Anexo A y Tabla 1).

Lo anterior se puede reafirmar observando como ejemplo los resultados en cuanto a días de cosecha del genotipo *Tabla (s)*, el cual presentó en Ancuya 150 días hasta madurez de cosecha, a diferencia de Yacuanquer donde el ciclo de vida se alargó hasta 183 días debido a su baja temperatura y a su mayor altitud.

Según Peña y Del Campo: “la precocidad es una característica favorable puesto que permite dar un mejor uso del terreno en cuanto a establecimiento de otra alternativa agrícola en el mismo año, o mayor oportunidad de descomposición natural de los residuos de cosecha”<sup>70</sup>.

Legarda y Ruiz (2002, 72 p), sostienen que: “La temperatura afecta todos los procesos metabólicos de las plantas; el rango de crecimiento para la mayoría de las plantas cultivadas está entre 10° y 30° C. por encima o por debajo de estos límites el desarrollo de las plantas disminuye en forma notable”<sup>71</sup>.

---

<sup>69</sup> DAVIS, Jeremy y GARCIA, Susana. (1985), citados por GUEVARA, Isabel, Op. cit., p. 69

<sup>70</sup> PEÑA Y DEL CAMPO. Citado por SAÑUDO, Benjamín. et al. Evaluación por rendimiento de dos materiales mejorados de maíz morocho en 14 ambientes de la zona cerealista de Nariño. En : Revista de Ciencias Agrícolas (Pasto). Vol. 17, No. 1(2000); p. 203 – 217.

<sup>71</sup> LEGARDA, Lucio. y RUIZ, Hugo. Manejo Agronómico de algunos cultivos de clima cálido de la zona de Remolino (Nariño) mediante el sistema de riego por exudación. Pasto. Universidad de Nariño, 2002, 72 p.



Al respecto Ospina, afirma que “La temperatura promedio ideal para el maíz oscila entre 22 y 29°C, cuando está por debajo de los 10°C los procesos fisiológicos empiezan a detenerse a medida que la temperatura desciende”<sup>72</sup>.

Teniendo en cuenta que durante el trabajo realizado, cada tratamiento tuvo la misma oferta ambiental y condiciones de suelo para cada localidad, las diferencias radican en las características genéticas propias de cada genotipo que permitieron mayor o menor adaptabilidad al mismo.

**3.1.2 Número de mazorcas por planta (NMP).** Para esta variable dentro de los componentes de rendimiento, el análisis combinado determinó diferencias significativas entre ambientes, genotipos, como también para la interacción genotipo por ambiente (Cuadro 3), confirmando lo que mencionan Ibarra y Mejía <sup>73</sup> que las localidades afectan la expresión del componente genético de cada material.

**Cuadro 3. ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el número de mazorcas por planta.**

Fuentes de Variación (F de v)	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrado Medio (CM)	Factor calculado (fc)
Ambiente (A)	4	0,35	0,09	9 *
Bloque/Ambiente (B/A)	15	0,12	0,01	
Genotipo (G)	7	3,85	0,55	18,33 *
Interacción (GxA)	28	0,87	0,03	3 *
Error (E)	105	0,81	0,01	

\* = Confiabilidad al 95%

Coefficiente de Variación (C.V) = 7.87%

Mediante la evaluación de la interacción genotipo-ambiente los genotipos mejorados *Pozarica (s)* y *Across (s)* presentaron similar expresión en el número de mazorcas por planta en las regiones de Consacá, Sandoná y Ancuya.

<sup>72</sup> OSPINA, Gabriel. Op. cit., 332 p.

<sup>73</sup> IBARRA, M y MEJIA, H. Evaluación regional de Genotipos de maíz en el sur de Tamaulipas y cálculos de los parámetros de estabilidad. En : Chapingo. No 27/28, (1981); p. 26-30.

En la prueba de comparación de medias de Tukey, en la interacción genotipos por la localidad de Sandoná (Tabla 2) se observó que los materiales *Pozarica* (s) y *Across* (s) mostraron diferencias significativas frente al resto de genotipos evaluados, siendo *Puntilla* (y) y *Tabla* (y) los genotipos con menor promedio de número de mazorcas por planta.

**Tabla 2. Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Sandoná.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Across (s)	<b>1,63</b>	A
Pozarica (s)	<b>1,59</b>	A
Tabla (s)	<b>1,36</b>	B
Puntilla (s)	<b>1,22</b>	BC
Testigo	<b>1,20</b>	BC
Cuarton (y)	<b>1,13</b>	C
Puntilla (y)	<b>1,10</b>	C
Tabla (y)	<b>1,05</b>	C

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.215*

En la interacción genotipo por la localidad de Consacá (Tabla 3), se observó que los materiales *Pozarica* y *Across* muestran diferencias significativas con el resto de genotipos evaluados, al presentar medias de 1.75 y 1.67 mazorcas por planta respectivamente. Se observa también que los materiales que continúan presentando el menor promedio de mazorcas para este ambiente son: *Tabla* (y) y *Puntilla* (y).

**Tabla 3. Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Consacá.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Pozarica (s)	<b>1,75</b>	A
Across (s)	<b>1,67</b>	A
Puntilla (s)	<b>1,26</b>	B
Tabla (s)	<b>1,25</b>	B
Cuarton (y)	<b>1,21</b>	B
Testigo	<b>1,21</b>	B
Tabla (y)	<b>1,17</b>	B
Puntilla (y)	<b>1,16</b>	B

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.215*

Para la localidad de Ancuya, en la interacción con los genotipos (Tabla 4), se observa que existe un comportamiento similar al de las localidades de Sandoná y Consacá donde se ratifica que los genotipos *Pozarica* y *Across* poseen los promedios mas altos en la expresión de esta variable, así como *Puntilla (y)* y *Tabla (y)* como los genotipos de menor promedio.

**Tabla 4. Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Ancuya.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Pozarica (s)	<b>1,58</b>	A
Across (s)	<b>1,50</b>	A
Tabla (s)	<b>1,24</b>	B
Puntilla (s)	<b>1,22</b>	B
Testigo	<b>1,10</b>	B
Cuarton (y)	<b>1,08</b>	B
Puntilla (y)	<b>1,07</b>	B
Tabla (y)	<b>1,05</b>	B

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.215*

En la Tabla 5, se observa que los materiales *Pozarica* y *Across* no difieren con los genotipos *Tabla (y)*, *Puntilla (s)* y *Tabla (s)* los cuales muestran diferencias significativas con el resto de materiales donde el *Testigo* presenta el menor promedio.

**Tabla 5. Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Yacuanquer.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Pozarica (s)	<b>1,40</b>	A
Across (s)	<b>1,40</b>	A
Tabla (y)	<b>1,31</b>	AB
Puntilla (s)	<b>1,25</b>	AB
Tabla (s)	<b>1,22</b>	AB
Puntilla (y)	<b>1,18</b>	B
Cuarton (y)	<b>1,17</b>	B
Testigo	<b>1,12</b>	B

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.215*

En la interacción de los genotipos por la localidad de Tangua (Tabla 6), se observa que los materiales mejorados siguen manteniendo la constante en cuanto a que son los mas altos promedios del número de mazorcas, sin embargo para esta localidad con la prueba de comparación de medias de Tukey se observó que no existieron diferencias con el genotipo *Cuarton (y)*. Cabe anotar que para esta localidad el genotipo *Tabla (s)* reveló el menor promedio con 1.08 mazorcas por planta.

**Tabla 6. Comparación de medias para la variable número de mazorcas por planta, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Tangua.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Across (s)	<b>1,38</b>	A
Pozarica (s)	<b>1,36</b>	AB
Cuarton (y)	<b>1,24</b>	ABC
Tabla (y)	<b>1,16</b>	BC
Testigo	<b>1,15</b>	BC
Puntilla (y)	<b>1,15</b>	BC
Puntilla (s)	<b>1,14</b>	C
Tabla (s)	<b>1,08</b>	C

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.215*

En general los genotipos mejorados *Across* y *Pozarica* mostraron su superioridad en cuanto a prolificidad frente al resto de genotipos, debido a que estos son variedades resultantes de mejoramiento genético con base a características productivas.

En los ambientes Consacá y Sandoná se presentaron los mayores promedios en cuanto a prolificidad. Esta variable se vio favorecida en estas localidades posiblemente a la mejor distribución de las lluvias durante la época del ensayo.

Ibarra y Mejía mencionan que: “El ambiente representado por todos los factores externos que rodean al cultivo influyen en su expresión fenotípica, modificándola favorablemente o desfavorablemente dando origen a la respuesta final de las plantas, que se le denomina fenotipo”<sup>74</sup>. Es por esta razón que se observan genotipos que muestran mejor comportamiento en algunos ambientes y en otros

<sup>74</sup> IBARRA, M y MEJIA, H. Op. cit., p. 26-30.

su expresión se ve afectada. Como es el caso de *Tabla (s)* que en Tangua resultó ser el menos prolífico.

INIAP<sup>75</sup> afirma que el número de mazorcas se relaciona directamente con la producción final del cultivo, en cuanto a que un porcentaje alto de mazorcas por planta aseguran un rendimiento óptimo de la cosecha. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en el análisis de correlación, donde el número de mazorcas es una variable que contribuye notablemente en el rendimiento ya que el coeficiente de correlación calculado es muy alto ( $r = 0.93$ ) el cual explica que si aumenta el número de mazorcas aumenta el rendimiento. (Anexo B)

Con los datos anteriormente mencionados se ratifica los resultados obtenidos por Méndez y Muriel<sup>76</sup> cuyo coeficiente de correlación encontrado fue ( $r = 0.95$ ), los cuales mencionan que el número de mazorcas influye en el rendimiento final del cultivo, corroborándose también lo mencionado por Dávila y Narváez<sup>77</sup> cuyo coeficiente de correlación para esta variable con respecto a rendimiento fue ( $r = 0.98$ ).

Aldrich y Leng<sup>78</sup> manifiestan que el proceso de transformación de energía depende del genotipo a sembrar, de las condiciones de precipitación y temperatura, factores que influyen en el número de mazorcas por planta y tamaño de las mazorcas producidas.

**3.1.3 Número de carreras por mazorca (NCM).** Para esta variable dentro de los componentes de rendimiento, el análisis combinado (Cuadro 4) permitió observar diferencias significativas para ambientes y para genotipos pero no para la interacción, debido posiblemente a que es una característica que depende mas del genotipo y por eso su expresión es constante.

---

<sup>75</sup> INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS Y PECUARIAS DEL ECUADOR. Departamento de comunicación social. Nueva variedad de maíz para consumo humano. INIAP-153 "Zhima mejorada". 1992, 28 p.

<sup>76</sup> MENDEZ, Luis. y MURIEL, Jesús. Op. cit., 42 p.

<sup>77</sup> DAVILA, Milton y NARVAEZ, Ermmy. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz (*Zea mays L.*) tipo morocho en dos zonas del municipio de Pupiales-Nariño. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. 2003. 95 p.

<sup>78</sup> ALDRICH, Samuel. y LENG, Earl. Producción de Maíz. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 1986. 308 p.

**Cuadro 4. ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el número de carreras por mazorca.**

Fuentes de Variación (F de V)	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrado Medio (CM)	Factor calculado (fc)
<b>Ambiente (A)</b>	4	8,42	2,11	6,2 *
<b>Bloque/Ambiente (B/A)</b>	15	5,071	0,34	
<b>Genotipo (G)</b>	7	134,69	19,24	34,36 *
<b>Interacción (GxA)</b>	28	15,68	0,56	0,86 NS
<b>Error</b>	105	68,59	0,65	

\* = *Confiability al 95%*

NS = *No significancia*

Coeficiente de variación (C.V) = 6.12 %

La prueba de Tukey para la comparación de las medias de los materiales (Tabla 7) indicó que los genotipos *Pozarica* y *Across* presentaron un mejor comportamiento para la expresión de ésta característica con 15.05 y 14.38 carreras o hileras por mazorca, mostrando diferencias significativas con respecto a los otros materiales, que obtuvieron entre 12.47 y 12.94 carreras por mazorca.

**Tabla 7. Comparación de medias para ocho materiales de maíz morocho blanco en la variable número de Carreras por mazorca para todas las localidades.**

Genotipos	Medias	Significancia
Pozarica(s)	<b>15,05</b>	A
Across(s)	<b>14,38</b>	A
Puntilla(s)	<b>12,94</b>	B
Tabla(y)	<b>12,79</b>	B
Puntilla(y)	<b>12,59</b>	B
Testigo	<b>12,59</b>	B
Cuarton(y)	<b>12,57</b>	B
Tabla(s)	<b>12,47</b>	B

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales*

*Comparador de Tukey al 95% = 0.77*

Los ambientes Sandoná, Consacá, Ancuya y Yacuanquer, fueron los que presentaron las mayores medias con 13.45, 13.41, 13.15 y 13.00 número de carreras o hileras por mazorca respectivamente, los cuales no mostraron

diferencias significativas entre si, pero si mostraron diferencias estadísticas frente a la localidad de Tangua en la cual se obtuvo una media de 12.85 carreras por mazorcas, (Tabla 8).

**Tabla 8. Comparación de medias para cinco ambientes en la variable número de carreras por mazorca de ocho materiales de maíz morocho blanco.**

<b>Ambientes</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Sandoná	<b>13,45</b>	A
Consacá	<b>13,41</b>	A
Ancuya	<b>13,15</b>	AB
Yacuanquer	<b>13,00</b>	AB
Tangua	<b>12,85</b>	B

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.54*

Según estos resultados se puede asegurar que el número de carreras por mazorca es una característica de alta heredabilidad, ya que depende más de las características genéticas del material, que del ambiente y es por esta razón que en el análisis combinado no se presenta interacción.

Según el análisis de correlación de Pearson, el valor calculado del coeficiente de correlación ( $r = 0.84$ ) indica que la variable número de carreras influye notablemente en el rendimiento final del cultivo (Anexo D), coincidiendo con Méndez y Muriel<sup>79</sup>, que obtuvieron un coeficiente de correlación de  $r = 0.86$ , los cuales mencionan que el número de carreras contribuye valiosamente en el rendimiento.

**3.1.4 Número de granos por carrera (NGC).** Según el análisis combinado para esta variable, no se obtuvieron diferencias significativas entre ambientes, porque dicha característica es más influida por la información genética de cada material. Sin embargo se presentaron diferencias significativas entre genotipos y en la interacción genotipo por ambiente (Cuadro 5). Es posible reconocer también, la relación entre las variables NCM y NGC las cuales se ven influenciadas por las características genéticas propias de cada material, sin embargo las condiciones ambientales en NGC juegan un papel importante favoreciendo o no la cantidad de granos que una mazorca pueda llegar a tener.

<sup>79</sup> MENDEZ, Luis. y MURIEL, Jesús. Op. cit., 42 p.

**Cuadro 5. ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el número de granos por carrera.**

<b>Fuentes de Variación (F de V)</b>	<b>Grados de Libertad (GL)</b>	<b>Suma de Cuadrados (SC)</b>	<b>Cuadrado Medio (CM)</b>	<b>Factor calculado (fc)</b>
<b>Ambiente (A)</b>	4	1,49	0,37	0,15 NS
<b>Bloque/Ambiente (B/A)</b>	15	36,97	2,46	
<b>Genotipo (G)</b>	7	590,79	84,40	25,73 *
<b>Interacción(GxA)</b>	28	91,97	3,28	2,03 *
<b>Error</b>	105	169,04	1,61	

\* = *Confiability al 95%*

NS = *No significancia*

*Coefficiente de variación (C.V) = 4.02%*

Mediante la prueba de Tukey para la localidad de Sandoná se observó que el material *Puntilla (s)* obtuvo el mayor número de granos por carrera con una media de 35.32, sin mostrar diferencias estadísticas frente a los genotipos *Across* y *Pozarica*. El material *Tabla (s)* con 27.17 granos por carrera fue el que presentó el menor promedio para esta localidad (Tabla 9). Cabe resaltar que el *Testigo* no presenta diferencias significativas en cuanto a NGC frente a los materiales mejorados.

**Tabla 9. Comparación de medias para la variable número de granos por carrera, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Sandoná.**

<b>Materiales</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Puntilla (s)	<b>35,32</b>	A
Pozarica (s)	<b>33,75</b>	AB
Across (s)	<b>33,22</b>	ABC
Testigo	<b>32,30</b>	BCD
Cuarton (y)	<b>30,92</b>	CDE
Tabla (y)	<b>30,40</b>	DE
Puntilla (y)	<b>28,97</b>	EF
Tabla (s)	<b>27,17</b>	F

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales*

*Comparador de Tukey al 95% = 2.719*



Para la localidad de Consacá (Tabla 10) los genotipos *Puntilla (s)*, *Pozarica* y *Across* presentan diferencias estadísticas frente a los demás genotipos evaluados donde el genotipo *Tabla (s)* se muestra como el de menor promedio con 28.12 granos por carrera. Es de resaltar que el *Testigo* no presentó diferencias estadísticas con los materiales *Cuarton (y)*, *Puntilla (y)*, *Tabla (y)*, *Tabla (s)*.

**Tabla 10. Comparación de medias en la variable número granos por carrera, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Consacá.**

<b>Materiales</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Puntilla (s)	<b>35,05</b>	A
Pozarica (s)	<b>34,60</b>	A
Across (s)	<b>34,12</b>	A
Testigo	<b>30,77</b>	B
Cuarton (y)	<b>30,65</b>	B
Puntilla (y)	<b>30,15</b>	B
Tabla (y)	<b>29,87</b>	B
Tabla (s)	<b>28,12</b>	B

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 2.719*

La interacción de los genotipos en la localidad de Ancuya (Tabla 11) muestra que los materiales *Across*, *Pozarica* y *Puntilla (s)*, continúan siendo los de mayor promedio en la expresión de esta variable. Es de observar que *Tabla (s)* continúa siendo el de menor promedio en el NGC. Además el *Testigo* no presenta diferencias estadísticas con *Pozarica* y *Puntilla (s)*.

**Tabla 11. Comparación de medias para la variable número de granos por carrera, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Ancuya.**

<b>Materiales</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Across (s)	<b>34,67</b>	A
Pozarica (s)	<b>34,30</b>	AB
Puntilla (s)	<b>33,00</b>	ABC
Testigo	<b>31,92</b>	BCD
Puntilla (y)	<b>30,65</b>	CD
Cuarton (y)	<b>30,57</b>	CD
Tabla (y)	<b>29,50</b>	D
Tabla (s)	<b>29,35</b>	D

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 2.719*

Para la localidad de Yacuanquer (Tabla12), la evaluación de los genotipos indicó que el material *Testigo* resultó ser estadísticamente similar a los materiales *Across*, *Pozarica* y *Puntilla* (s). También se observó que el material *Puntilla* (y) en Yacuanquer fue el que presentó el menor promedio en la expresión de la variable NGC, a diferencia de las localidades Sandoná, Consacá y Ancuya donde el menor promedio lo representaba el material *Tabla* (s).

**Tabla 12. Comparación de medias para la variable número de granos por carrera, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Yacuanquer.**

<b>Materiales</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Across (s)	<b>33,64</b>	A
Pozarica (s)	<b>33,51</b>	A
Testigo	<b>32,90</b>	AB
Puntilla (s)	<b>32,42</b>	ABC
Tabla (y)	<b>30,27</b>	BCD
Tabla (s)	<b>30,10</b>	CD
Cuarton (y)	<b>30,10</b>	D
Puntilla (y)	<b>29,10</b>	D

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95%. = 2.719*

En la localidad de Tangua (Tabla 13), la interacción indicó que el *Testigo* resultó ser similar estadísticamente que *Across*, *Pozarica* y *Puntilla* (s), mostrando los mejores promedios, y en general el comportamiento de los materiales en Tangua resultó ser similar al comportamiento de los mismos en la localidad de Yacuanquer.

**Tabla 13. Comparación de medias para la variable número de granos por carrera, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Tangua.**

<b>Materiales</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Pozarica (s)	<b>33,87</b>	A
Across (s)	<b>33,54</b>	AB
Testigo	<b>32,37</b>	ABC
Puntilla (s)	<b>32,35</b>	ABC
Tabla (y)	<b>31,00</b>	BCD
Cuarton (y)	<b>30,37</b>	CD
Tabla (s)	<b>29,90</b>	CD
Puntilla (y)	<b>28,90</b>	D

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 2.719*

En general se puede afirmar que los genotipos evaluados tuvieron diferente comportamiento en la expresión número de granos por carrera en cada localidad, a pesar que en el análisis de varianza se determinó que los ambientes eran significativamente parecidos.

El valor calculado del coeficiente de correlación para esta variable ( $r = 0.57$ ) indica que existe una correlación baja, lo cual quiere decir que el número de granos por carrera no es una variable que contribuya marcadamente en el incremento del rendimiento final del cultivo (Anexo B), coincidiendo con los resultados obtenidos por Dávila y Narváez<sup>80</sup> valor del coeficiente de correlación encontrado  $r = 0.43$ .

**3.1.5 Peso de cien granos (P100G).** Se determinaron diferencias significativas entre ambientes, genotipos y en la interacción genotipo por ambiente (Cuadro 6). Lo cual quiere decir que el llenado de granos se vio favorecido o no por las condiciones climáticas y de suelo que aportaron cada una de las localidades.

**Cuadro 6. ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el peso de 100 granos.**

Fuentes de Variación (F de V)	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrado Medio (CM)	Factor calculado (fc)
<b>Ambiente (A)</b>	4	73,62	18,40	7 *
<b>Bloque/Ambiente (B/A)</b>	15	39,39	2,63	
<b>Genotipo(G)</b>	7	1491,97	213,14	8,97 *
<b>Interacción(GxA)</b>	28	665,08	23,75	17,46 *
<b>Error</b>	105	142,35	1,36	

\* = Confiabilidad al 95%

Coefficiente de variación (C.V) = 2.76%

La prueba de comparación de medias en la interacción de los genotipos con la localidad de Sandoná (Tabla 14) muestra al genotipo *Tabla (s)* como al me mayor promedio con 51.10 gramos para el peso de cien granos, el cual muestra diferencias significativas con el resto de genotipos evaluados en esta zona. El material *Puntilla (s)* fue el que menos promedio obtuvo con 36.45 gramos para el peso de cien granos.

<sup>80</sup> DAVILA, Milton y NARVAEZ, Ermmy. Op. cit., 95 p.

**Tabla 14. Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Sandoná.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Tabla (s)	<b>51,10</b>	A
Pozarica (s)	<b>43,15</b>	B
Across (s)	<b>42,57</b>	BC
Cuarton (y)	<b>41,57</b>	BCD
Testigo	<b>40,55</b>	CDE
Tabla (y)	<b>39,32</b>	DE
Puntilla (y)	<b>38,52</b>	EF
Puntilla (s)	<b>36,45</b>	F

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 2.501*

En la tabla 15, se presentan los datos de la interacción de genotipos por la localidad de Consacá donde el mejor promedio lo sigue manteniendo el material *Tabla (s)*, y el menor promedio *Puntilla (s)*. También se observó que el *Testigo* no difiere significativamente con los genotipos *Tabla (y)*, *Pozarica*, *Across* y *Cuarton (y)*.

**Tabla 15. Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Consacá.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Tabla (s)	<b>48,62</b>	A
Tabla (y)	<b>43,02</b>	B
Pozarica (s)	<b>42,80</b>	B
Testigo	<b>42,20</b>	BC
Across (s)	<b>41,60</b>	BC
Cuarton (y)	<b>41,37</b>	BC
Puntilla (y)	<b>39,95</b>	CD
Puntilla (s)	<b>37,52</b>	D

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 2.501*

Para la localidad de Ancuya (Tabla 16) en la interacción con los genotipos, se observó que *Tabla (s)*, continúa siendo el de mayor promedio para el peso de cien granos, y que *Puntilla (s)* continúa siendo el de menor promedio. Para esta localidad el *Testigo* superó el promedio de los genotipos *Pozarica* y *Across*.

**Tabla 16. Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Ancuya.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Tabla (s)	<b>51,35</b>	A
Tabla (y)	<b>46,40</b>	B
Testigo	<b>45,87</b>	B
Pozarica (s)	<b>43,30</b>	C
Across (s)	<b>41,27</b>	CD
Cuarton (y)	<b>40,95</b>	CDE
Puntilla (y)	<b>38,80</b>	DE
Puntilla (s)	<b>38,32</b>	E

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 2.501*

En el caso de la localidad de Tangua los genotipos *Tabla (y)* y *Tabla (s)* de mostraron ser estadísticamente iguales. También se puede anotar que los genotipos mejorados son estadísticamente similares al *Testigo* y al genotipo *Puntilla (s)* el cual presenta el menor promedio con 38.32 gramos para el peso de cien semillas.

**Tabla 17. Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Tangua.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Tabla (y)	<b>48,42</b>	A
Tabla (s)	<b>47,65</b>	A
Cuarton (y)	<b>43,57</b>	B
Puntilla (y)	<b>41,47</b>	BC
Testigo	<b>40,65</b>	CD
Pozarica (s)	<b>39,32</b>	CD
Across (s)	<b>39,20</b>	CD
Puntilla (s)	<b>38,32</b>	D

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 2.501*

Para la localidad de Yacuanquer el genotipo *Tabla (y)* presentó diferencias significativas con respecto al resto de genotipos con un promedio de 47.87 gramos para el peso de cien semillas (Tabla 18). Cabe resaltar que para esta localidad el menor promedio lo representó el *Testigo* (37.62 gramos 100 semillas), sin mostrar

diferencias estadísticas frente a *Puntilla (s)* y a los materiales mejorados *Across* y *Pozarica*.

**Tabla 18. Comparación de medias para la variable peso de 100 granos, en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Yacuanquer.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Tabla (y)	<b>47,87</b>	A
Cuarton (y)	<b>44,50</b>	B
Tabla (s)	<b>43,27</b>	BC
Puntilla (y)	<b>40,97</b>	CD
Pozarica (s)	<b>39,35</b>	DE
Across (s)	<b>38,52</b>	DE
Puntilla (s)	<b>38,20</b>	E
Testigo	<b>37,62</b>	E

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 2.501*

En general el peso de 100 granos es una variable que se manifiesta por la capacidad de la planta de translocar y acumular energía en el grano formado. Es por esta razón que se observó que los genotipos evaluados en las diferentes localidades tienen diferente capacidad de transformar la luz captada en energía y transmitirla a los órganos reproductores para formar el grano.

Aldrich y Leng<sup>81</sup>, manifiestan que este proceso de transformación depende de la información genética de cada genotipo a sembrar, de las condiciones climáticas y suelo; con respecto a esta afirmación, se observó que el genotipo *Tabla (s)* fue el que mejor exteriorizó su potencial genético para esta variable, mostrando diferencias significativas frente al resto de genotipos en el peso de cien granos.

Para esta variable la correlación frente al rendimiento, fue muy baja ( $r = 0.16$ ), esto quiere decir que el rendimiento final del cultivo depende de variables diferentes al peso de 100 granos (Anexo B), estos resultados concuerdan con los estudios

<sup>81</sup> Aldrich, Samuel y Leng, Earl. Op. Cit., 308 p.

realizados por Cifuentes y Muños<sup>82</sup> cuyo valor de correlación hallado fue de  $r = 0.05$ .

El mayor peso de cien granos se obtuvo en Ancuya en comparación con las demás regiones. Esta diferencia del peso de cien granos se puede explicar posiblemente al resultado del análisis de suelos realizado para esta zona, el cual presenta unos rangos óptimos de la presencia de nutrientes, que junto con la fertilización hecha favorecieron el llenado del grano. También se puede afirmar que la disponibilidad de los nutrientes en Ancuya es alta en comparación con los demás ambientes, esto debido a una alta capacidad de intercambio catiónico (Anexo C).

Según FENALCE<sup>83</sup> el fósforo es un elemento primordial para el llenado del grano, de igual manera el nitrógeno y el potasio, los cuales en conjunto y buena distribución de lluvias aseguran un buen llenado de granos en las puntas de las mazorcas, una buena polinización y buen contenido de proteínas.

**3.1.6 Rendimiento (Ton/Ha) de grano seco (RTO).** Según el análisis combinado (Cuadro 7) para esta variable, los resultados muestran que existen diferencias significativas entre ambientes, genotipos y en la interacción de genotipo por ambiente. Lo cual indica que la información genética de cada material se ve favorecida o no, por los factores externos aportados por cada localidad.

**Cuadro 7. ANDEVA del análisis combinado de genotipos por ambiente para el rendimiento.**

Fuentes de Variación (F de V)	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	Factor calculado (fc)
Ambiente (A)	4	1.83	0.46	9.25*
Bloque/Ambiente (B/A)	15	0.76	0.05	
Genotipo (G)	7	31.55	4.51	17.01*
Interacción(GxA)	28	7.45	0.27	5.05*
Error	105	5.49	0.05	

\* = Confiabilidad al 95 %

Coefficiente de variación (C.V) = 12.16%

<sup>82</sup> CIFUENTES, Carlos y MUÑOS, Orlando. Evaluación de dos variedades de maíz tipo morocho en dos zonas del municipio de Tangua – Nariño. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 2003. 108 p.

<sup>83</sup> FENALCE. Op. cit., p. 2

La interacción de los genotipos en la localidad de Sandoná (Tabla 19) mostró que los genotipos mejorados *Pozarica* (s) y *Across* (s) difieren significativamente del resto de los genotipos en estudio, con una media de 2,852 y 2,632 Ton/Ha respectivamente. El genotipo *Puntilla* (y) para esta localidad resultó ser el de menor promedio con 1,291 Ton/Ha. También se observó que el *Testigo* regional demostró ser estadísticamente similar a *Puntilla* (s) y a los genotipos provenientes de Yacuanquer como *Cuarton*, *Tabla* y *Puntilla*.

**Tabla 19. Comparación de medias para la variable rendimiento (Ton/Ha), en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Sandoná.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Pozarica (s)	<b>2.852</b>	A
Across (s)	<b>2.632</b>	A
Tabla (s)	<b>1.953</b>	B
Puntilla (s)	<b>1.779</b>	BC
Testigo	<b>1.650</b>	BCD
Cuarton (y)	<b>1.532</b>	BCD
Tabla (y)	<b>1.376</b>	CD
Puntilla (y)	<b>1.291</b>	D

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.480*

En la interacción de los genotipos con la localidad de Consacá (Tabla 20), se puede observar que los genotipos mejorados (*Across* y *Pozarica*), son estadísticamente diferentes, pero en conjunto presentan comportamiento significativamente mayor frente a los demás genotipos evaluados.

**Tabla 20. Comparación de medias para la variable rendimiento (Ton/Ha), en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Consacá.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Pozarica (s)	<b>3.395</b>	A
Across (s)	<b>2.890</b>	B
Puntilla (s)	<b>1.772</b>	C
Tabla (s)	<b>1.726</b>	C
Testigo	<b>1.637</b>	C
Cuarton (y)	<b>1.619</b>	C
Tabla (y)	<b>1.547</b>	C
Puntilla (y)	<b>1.446</b>	C

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.480*



En la interacción de los genotipos frente a la localidad de Ancuya (Tabla 21) se puede indicar que los materiales mejorados son estadísticamente similares con rendimientos entre 3 y 2,555 Ton/ha, también se pudo observar que los genotipos provenientes de Yacuanquer tuvieron un bajo rendimiento, especialmente el genotipo *Puntilla (y)*.

**Tabla 21. Comparación de medias para la variable rendimiento (Ton/Ha), en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Ancuya.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Pozarica (s)	<b>3.000</b>	A
Across (s)	<b>2.555</b>	A
Tabla (s)	<b>1.967</b>	B
Testigo	<b>1.653</b>	BC
Puntilla (s)	<b>1.576</b>	BC
Tabla (y)	<b>1.478</b>	C
Cuarton (y)	<b>1.386</b>	C
Puntilla (y)	<b>1.273</b>	C

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.480*

En la interacción con el ambiente de Yacuanquer (Tabla 22), los genotipos mejorados junto con el genotipo *Tabla (y)* presentan los mayores rendimientos y son estadísticamente similares. Cabe resaltar que el *testigo* para esta localidad presentó el menor promedio en el rendimiento pero no varió significativamente con los genotipos *Tabla (s)*, *Cuarton (y)*, *Puntilla (s)* y *Puntilla (y)*.

**Tabla 22. Comparación de medias para la variable rendimiento (Ton/Ha), en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Yacuanquer.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Pozarica (s)	<b>2.124</b>	A
Across (s)	<b>2.111</b>	A
Tabla (y)	<b>2.021</b>	AB
Tabla (s)	<b>1.609</b>	BC
Cuarton (y)	<b>1.589</b>	BC
Puntilla (s)	<b>1.574</b>	BC
Puntilla (y)	<b>1.484</b>	C
Testigo	<b>1.439</b>	C

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.480*

Para la interacción con Tangua (Tabla 23), se notó que el genotipo *Tabla (y)* es significativamente similar a los genotipos *Pozarica (s)* y *Across (s)*.

**Tabla 23. Comparación de medias para la variable rendimiento (Ton/Ha), en la interacción genotipo por ambiente para la localidad de Tangua.**

<b>Genotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
Pozarica (s)	<b>2.145</b>	A
Across (s)	<b>2.099</b>	AB
Tabla (y)	<b>1.801</b>	ABC
Cuarton (y)	<b>1.640</b>	BC
Tabla (s)	<b>1.539</b>	C
Testigo	<b>1.525</b>	C
Puntilla (s)	<b>1.477</b>	C
Puntilla (y)	<b>1.386</b>	C

*Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales  
Comparador de Tukey al 95% = 0.480*

En general los testigos regionales de las diferentes localidades mostraron un comportamiento regular sin ser el mas bajo, con excepción de Yacuanquer en donde el testigo resultó ser el de menor promedio en el rendimiento.

Los suelos de las localidades Sandoná, Consacá y Ancuya, bajo el estudio del análisis químico de suelo para los lugares donde se ejecutaron los ensayos, demostraron que estos tenían una mayor disponibilidad de nutrientes en comparación a los suelos de Yacuanquer y Tangua. Es por esta razón que en las localidades antes mencionadas se obtuvieron los mejores rendimientos.

Al observar las interacciones para rendimiento se pudo observar que el genotipo *Pozarica* presentó los mayores promedios en todas las localidades frente a los demás genotipos evaluados, esto se puede explicar indicando que este genotipo fue el que presentó una mayor prolificidad con una media de 1.54 mazorcas por planta, confirmando lo propuesto por INIAP<sup>84</sup>, donde menciona que el número de mazorcas efectivas se relaciona directamente con la producción final del cultivo, asegurando un rendimiento óptimo de la cosecha.

<sup>84</sup> INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS Y PECUARIAS DEL ECUADOR. Op. cit., 28 p.

Esto se puede corroborar con los datos obtenidos en el análisis de correlación donde la variable número de mazorcas por planta tiene un alto coeficiente de correlación con el rendimiento ( $r = 0.93$ ).

También se puede decir que las condiciones climáticas aportadas por estas localidades (Sandoná, Consacá y Ancuya) influyeron en el rendimiento final de los materiales *Across* y *Pozarica*, los cuales tuvieron un mejor aprovechamiento debido a sus características genéticas adquiridas en los procesos de mejoramiento.

Al respecto Méndez y Muriel<sup>85</sup>, mencionan que Los genotipos mejorados, son influenciados por las condiciones del suelo y clima, que crean un ambiente favorable que influye positivamente en su rendimiento.

Álvarez y Domínguez<sup>86</sup>, señalan que:

El control oportuno de malezas, plagas y enfermedades, influyen en el crecimiento y desarrollo del cultivo, consiguiendo que los genotipos mejorados exterioricen sus características genéticas, ya que estas expresiones además de las condiciones ambientales también dependen del manejo técnico que se le da al cultivo, estos factores en forma integrada determinan la cantidad de granos o de forraje que una planta de maíz produzca en su ciclo de vida.

## **3.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD**

**3.2.1 Rendimiento (Ton/Ha).** En la Tabla 24, se resume el significado de los parámetros de estabilidad obtenidos por la metodología de Eberhart y Russell.

---

<sup>85</sup> MENDEZ, Luis. y MURIEL, Jesús. Op. cit., 42 p.

<sup>86</sup> ALVAREZ, Alberto y DOMINGUEZ, Oscar. Estudio de algunas características del maíz blanco criollo con y sin fertilización. Bogotá. 1996. 127 p.

**Tabla 24. Análisis de estabilidad fenotípica para la variable rendimiento (Ton/Ha)**

<b>Genotipo</b>	<b>b</b>	<b>SCdc</b>	<b>Significado</b>
<b>Tabla(y)</b>	<b>-1,54</b>	<b>-0,04</b>	Mejor respuesta en ambientes desfavorables y comportamiento predecible
<b>Cuarton(y)</b>	<b>-0,16</b>	<b>-0,05</b>	Mejor respuesta en ambientes desfavorables y comportamiento predecible
<b>Puntilla(y)</b>	<b>-0,10</b>	<b>-0,05</b>	Mejor respuesta en ambientes desfavorables y comportamiento predecible
<b>Testigo</b>	<b>0,61</b>	<b>-0,05</b>	Mejor respuesta en ambientes desfavorables y comportamiento predecible
<b>Tabla(s)</b>	<b>0,91</b>	<b>-0,04</b>	Mejor respuesta en ambientes desfavorables y comportamiento predecible
<b>Puntilla(s)</b>	<b>0,96</b>	<b>-0,05</b>	Mejor respuesta en ambientes desfavorables y comportamiento predecible
<b>Across(s)</b>	<b>2,84</b>	<b>-0,05</b>	Mejor respuesta en ambientes favorables y comportamiento predecible
<b>Pozarica(s)</b>	<b>4,50</b>	<b>-0,05</b>	Mejor respuesta en ambientes favorables y comportamiento predecible

b = Coeficiente de regresión

SCdc = Suma de cuadrados de las desviaciones corregidas

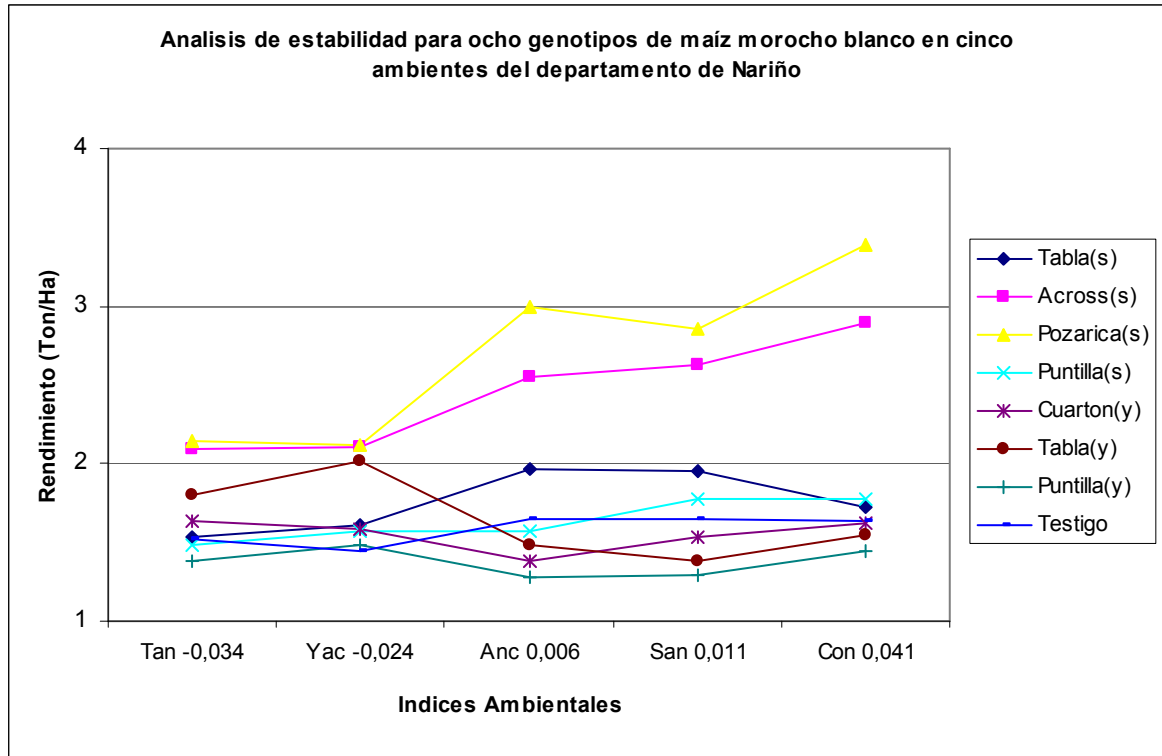
Ibarra y Mejía<sup>87</sup>, mencionan que un valor de 1 ó cercano a 1 en el coeficiente de regresión y desviación igual a cero, determinan las características ideales para las condiciones de maíz en las zonas de estudio y así poder determinar si un genotipo es o no estable.

Para tal efecto se pudo determinar que los genotipos *Tabla (s)* y *Puntilla (s)* en el análisis de estabilidad presentan un coeficiente de regresión cercano a 1 lo que indica que estos genotipos presentan buena respuesta en todos los ambientes y por consiguiente tienden a ser estables.

En la figura 2 se observa que los genotipos mejorados Across y Pozarica tienden a presentar un mejor comportamiento en ambientes favorables aumentando así su rendimiento debido a que las condiciones edafoclimáticas aportadas por éstas le permiten expresar de mejor manera sus características genéticas, como es el caso de las localidades de Ancuya, Sandoná y Consacá.

<sup>87</sup> IBARRA, M y MEJIA, H. Op. cit., p. 26-30

**Figura 2. Rendimiento de ocho genotipos de maíz en cinco localidades del departamento de Nariño (Ton/Ha).**



La evaluación de estabilidad indica que es posible explotar más el potencial del rendimiento de los genotipos Tabla(y), Cuarton(y) y Puntilla(y) en ambientes desfavorables mediante ajustes tecnológicos relacionados con el manejo de plagas, enfermedades, densidades de siembra y fertilización.

#### 4. CONCLUSIONES

1. Los días a emergencia de todos los genotipos en estudio, estuvieron comprendidos entre 10 y 12 días; de igual manera, los genotipos en estudio en las localidades de *Yacuanquer* y *Tangua* fueron mas tardíos, en comparación al ciclo de vida de los genotipos en los ambientes: *Sandoná*, *Consacá*, *Ancuya* en los cuales se presentó una mayor precocidad.
2. Los genotipos mejorados *Across (s)* y *Pozarica (s)*, presentan similar número de días en cuanto a las etapas fenológicas del cultivo, resultando ser los más precoces. El *Testigo*, en todas las localidades fue el genotipo más tardío en llegar a madurez de cosecha, en comparación con los otros genotipos.
3. Tanto el número de mazorcas por planta y el número de carreras por mazorca son variables que influyen en el rendimiento final del cultivo ya que tienen un alto coeficiente de correlación ( $r = 0.93$  y  $r = 0.84$  respectivamente).
4. Los genotipos *Pozarica(s)* y *Across(s)* mostraron un comportamiento significativo en cuanto a rendimiento con respecto al resto de los genotipos evaluados en las distintas localidades, con 2.703 y 2.457 Ton/Ha respectivamente ya que son genotipos que provienen de unos notables avances genéticos.
5. En las localidades de *Sandoná*, *Consacá* y *Ancuya*, los genotipos mejorados *Pozarica* y *Across* sobrepasaron las 2.5 Ton/Ha; en la localidad de *Yacuanquer* los genotipos *Pozarica*, *Across* y *Tabla(y)* mostraron ser estadísticamente iguales con 2.124, 2.111 y 2.021 Ton/Ha respectivamente; para la zona de *Tangua* los genotipos *Pozarica*, *Across* y *Tabla(y)* también demostraron ser estadísticamente iguales en cuanto a rendimiento con 2.145, 2.099 y 1.801 Ton/Ha respectivamente.
6. De todas las localidades en estudio, *Consacá* presento el mayor promedio en cuanto a rendimiento para el genotipo *Pozarica* con 3,395 Ton/Ha.
7. Los genotipos *Tabla(y)*, *Cuarton(y)* y *Puntilla(y)* pueden incrementar mas su potencial del rendimiento en ambientes desfavorables mediante ajustes

tecnológicos relacionados con el manejo de plagas, enfermedades, densidades de siembra y fertilización.

8. En todas las localidades el *Testigo* fue el genotipo más tardío en llegar a madurez de cosecha con un promedio de seis meses en comparación con los otros genotipos, los cuales oscilaron entre cinco y cinco y medio meses en promedio, pero sin embargo no fue el genotipo de más bajo rendimiento.

## 5. RECOMENDACIONES

1. Se debe continuar con estas evaluaciones contemplando un mayor número de ambientes (épocas y localidades) para poder hacer la recomendación correcta de un genotipo para la zona.
2. Dar a conocer las bondades de los genotipos mejorados mediante parcelas demostrativas que comprometan a los agricultores a una multiplicación de estos y de esta manera poderlos difundir en nuestra región.
3. Para las localidades de Yacuanquer y Tangua, regiones donde las condiciones edafoclimáticas para el desarrollo del maíz no fueron las mejores en comparación con las otras tres localidades de este estudio, se recomiendan los genotipos *Across*, *Pozarica* y *Tabla(y)*, porque mostraron los mejores rendimientos.
4. Se recomienda utilizar los genotipos mejorados (*Across* y *Pozarica*) en Consacá, Sandoná y Ancuya, ambientes favorables para la expresión de los mismos.



## BIBLIOGRAFIA

ALDRICH, Samuel. y LENG, Earl. Producción de Maíz. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 1986. 308 p.

ALVAREZ, Alberto y DOMINGUEZ, Oscar. Estudio de algunas características del maíz blanco criollo con y sin fertilización. Bogotá. 1996. 127 p.

BIASUTTI, C. A. y GALIÑANES, V. A. Influencia del ambiente de selección sobre la germinación de semillas de maíz (*Zea mays L.*) bajo estrés hídrico. Relaciones entre caracteres de plántula con el rendimiento a campo. En : Agriscientia (Argentina), Vol.18, (2001); p. 37 – 44.

BRAVO, Norman y CEBALLOS, Jorge. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz tipo morocho en la vereda Güitungal, del municipio de Córdoba, Departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 2003. 113 p.

CEBALLOS, Hernán, PANDEY, Shivaji y JARAMILLO, Sildana. Genética cuantitativa y mejoramiento de maíz para tolerancia a suelos ácidos. Acta Agronómica (Colombia). Vol.47, No.4 (1997); p. 9 – 18.

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Adiestramiento de maíz. Experimento fuera de la estación. Documento de trabajo. México: CIMMYT, 1981. p. 18

CIFUENTES, Carlos y MUÑOZ, Orlando. Evaluación de dos variedades de maíz tipo morocho en dos zonas del municipio de Tangua – Nariño. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 2003. 108p.

CONSOLIDADO AGROPECUARIO, ACUÍCOLA Y PESQUERO. San Juan de Pasto, Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente, 2004. 40 p.

CONVENIO FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES FENALCE – UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Facultad de Ciencias Agrícolas. Manejo Técnico del cultivo de Maíz Morocho en la zona cafetera de Nariño. Pasto, 2003. 20 p.

CORPOICA – CRECED CAUCA. Estudio técnico y socio económico del sistema de producción de maíz en zonas de ladera al sur del Departamento del Cauca – Colombia. Resumen. Documento interno, CORPOICA Regional 5 y CRECED CAUCA. Cauca : CORPOICA, 2003. 9 p.

CRIOLLO, Hernando. y LAGOS, Tulio. Comportamiento del crecimiento del maíz cultivado a diferentes distancias de siembra. En : Revista de Ciencias Agrícolas (Pasto). Vol. 17, No. 2 (2000); p.65 – 78.

CRIOLLO, Hernando, LAGOS, Tulio y RUIZ, Hugo. Calidad de la semilla de maíz utilizada en algunas zonas maiceras de Nariño. En : Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No.2; (2000); p. 9 - 20.

DAVILA, Milton y NARVAEZ, Ermmy. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz (*Zea mays L.*) tipo morocho en dos zonas del municipio de Pupiales-Nariño. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. 2003. 95 p.

El cultivo del maíz. (Apartados 1-5). [Citado el 23 noviembre del 2004]. Disponible en Internet: <URL :<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp#4.%20GENÉTICA%20DEL%20MAÍZ>>

FENALCE, Conozca y resuelva los problemas del maíz. En : INPOFOS, Boletín divulgativo, (2004). p. 1-4.

FENALCE. El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción. [Citado el 15 de octubre de 2004]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.fenalce.org.co>>

GONZALEZ, Fabio y DURAN, José. Evaluación de componentes de rendimiento y respuesta a enfermedades de 16 materiales de maíz morocho en el municipio de

Tangua – Nariño. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 1998. 77 p.

GUEVARA, Isabel. Evaluación de 27 líneas promisorias de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris*) asociado con maíz (*Zea mays*) en cinco municipios de la zona triguera de Nariño. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 2005. 122 p

IBARRA, M y MEJIA, H. Evaluación regional de Genotipos de maíz en el sur de Tamaulipas y cálculos de los parámetros de estabilidad. En : Chapingo. No 27/28, (1981); p. 26-30.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Cultive mejor su maíz : ICA. Centro regional de investigación. Pasto, 1991. p10

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. [citado el 25 de Mayo del 2006] Disponible en Internet: <URL<http://www.ideam.gov.co/adquisición/ventainformación>>

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS Y PECUARIAS DEL ECUADOR. Departamento de comunicación social. Nueva variedad de maíz para consumo humano. INIAP-153 “Zhima mejorada”. 1992, 28 p.

JARAMILLO, Mario. El cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1988. 25 p.

LAFITTE, H. R. Estréses abióticos que afectan al maíz. [Citado el 23 de noviembre]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

\_\_\_\_\_. Mejoramiento para resistencia a los estrésés abióticos. [Citado el 23 de noviembre]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

LEGARDA, Lucio y RUIZ, Hugo. Manejo agronómico de algunos cultivos de clima cálido de la zona de Remolino (Nariño) mediante el sistema de riego por exudación. Pasto. Universidad de Nariño, 2002, 72 p.

LEGARDA, Lucio y GARCIA, Roberto. Manual de riego Agrícola, Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2002, 183 p.

LOZANO, Zenaida. Limitaciones a la emergencia de plántulas de maíz y sorgo en algunos suelos de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía UCV (Venezuela). Vol. 26, No. 1 (2000); p.15 – 25.

MALAGUTI, Gino, LOBO, Deyanira, PLA SENTIS, Ildefonso. El maíz en ambientes tropicales y templados. Incidencia de enfermedades en ambos ambientes. En : Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay). Vol. 20. Nos. 1-2 (1994); p.1–11.

MENDEZ, Luis. y MURIEL, Jesús. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz (*Zea mays L.*) tipo morocho en la vereda La Laguna, municipio de Túquerres. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 2002. 42 p.

ORTIZ, A. Caracterización de la población de malezas en el cultivo asociado maíz – fríjol de clima frío e interacción de las mismas a nivel de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1991. 58 p.

OSPINA, Gabriel. Tecnología del cultivo del Maíz. Bogotá : Produmedios, 1999. 332 p.

OSPINA, Julio y ALDANA, Héctor. Enciclopedia agropecuaria Terranova. Tomo 2. Proyección agrícola 1. Terranova, Santa Fe de Bogota, 1995. p. 110 – 115.

PALIWAL, R. L. Futuro del maíz en los trópicos. [Citado el 23 de noviembre]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

\_\_\_\_\_. Mejoramiento del maíz por selección recurrente. [Citado el 23 de noviembre]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

PEREZ, Juan, URREA, Ramiro, CARABALLO, Ulises y NAVAS, Alejandro. Manejo del cultivo del maíz en la Costa Atlántica de Colombia. [Citado 23 de noviembre 2004]. Disponible en Internet:<URL:[http://www.turipana.org.co/mane\\_maiz.htm](http://www.turipana.org.co/mane_maiz.htm)>

SAÑUDO, Benjamín, CHECA, Oscar y ARTEAGA, Germán. Evaluación por rendimiento de dos materiales mejorados de maíz morocho en 14 ambientes de la zona cerealista de Nariño. En : Revista de ciencias agrícolas (Pasto). Vol. 17, No. 1(2000); p. 203 – 217.

SAÑUDO, Benjamín y BETANCOURTH, Carlos. Fundamentos de Fitomejoramiento, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. 2005. 150 p.

TORREGROZA, Manuel. y ARIAS, E. Selecciones masales en maíces de clima frío, programa de maíz y sorgo, En : VIII Reunión de Fitotecnia. Bogotá, Colombia, ICA, (1970); p 2 – 11.

VIOLIC. A. D. Manejo integrado de cultivos. [Citado el 23 de noviembre del 2004]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/x7650s27.htm)>

[Citado el 15 de octubre del 2004] Disponible en Internet: <URL:[http://www.turipana.org.co/maiz\\_principal.htm](http://www.turipana.org.co/maiz_principal.htm)>

[Citado el 01 noviembre del 2004] Disponible en Internet: <URL:<http://www.fenalce.org/seccion.php?pagact=pag32>>

# ANEXOS

**ANEXO A. Ciclo de vida de los 8 materiales de maíz morocho blanco.**

		<b>DIAS A:</b>				
		<b>EMERGENCIA</b>	<b>FLORACION</b>	<b>MAZORCA</b>	<b>LLENADO</b>	<b>COSECHA</b>
<b>SANDONA</b>	<b>materiales</b>					
	Tabla (s)	12	70	90	115	160
	Across (s)	10	64	80	100	145
	Pozarica (s)	10	62	80	100	148
	Puntilla (s)	12	64	83	106	155
	Cuarton (y)	12	64	80	105	155
	Tabla (y)	12	69	87	110	158
	Puntilla (y)	12	69	90	108	150
<b>CONSACÁ</b>	Testigo	12	75	95	120	175
	Tabla (s)	11	75	102	125	175
	Across (s)	11	66	90	108	158
	Pozarica (s)	11	66	90	108	158
	Puntilla (s)	11	70	95	120	170
	Cuarton (y)	11	70	95	120	170
	Tabla (y)	11	75	98	125	175
	Puntilla (y)	11	75	90	110	158
<b>ANCUYA</b>	Testigo	11	82	110	135	183
	Tabla (s)	11	65	87	105	150
	Across (s)	10	60	75	96	133
	Pozarica (s)	10	60	75	96	130
	Puntilla (s)	11	62	80	102	147
	Cuarton (y)	11	62	80	102	147
	Tabla (y)	11	68	85	103	150
	Puntilla (y)	11	68	75	96	135
<b>YACUANQUER</b>	Testigo	11	75	105	132	182
	Tabla (s)	12	70	90	110	183
	Across (s)	11	62	78	90	165
	Pozarica (s)	11	62	78	90	170
	Puntilla (s)	12	65	80	96	175
	Cuarton (y)	12	65	82	96	160
	Tabla (y)	12	72	85	100	165
	Puntilla (y)	12	75	80	95	170
<b>TANGUA</b>	Testigo	12	84	98	140	185
	Tabla (s)	11	78	110	132	180
	Across (s)	10	68	96	115	162
	Pozarica (s)	10	68	96	115	162
	Puntilla (s)	10	72	102	125	175
	Cuarton (y)	11	72	102	125	175
	Tabla (y)	11	75	105	130	180
	Puntilla (y)	11	75	98	118	165
Testigo	11	80	102	130	180	

**Anexo B. Análisis de correlación de las variables independientes VS Rendimiento (Ton/ha)**

<b>VARIABLES</b>	<b>Coefficiente de Correlación (r)</b>
NUMERO DE MAZORCAS POR PLANTA (NMP)	<b>0.93**</b>
NUMERO DE CARRERAS POR MAZORCAS (NCM)	<b>0.84**</b>
NUMERO DE GRANOS POR CARRERA (NGC)	<b>0.56**</b>
PESO DE 100 GRANOS (P100G)	<b>0.16*</b>

\*\* significancia 99%

\* significancia 95%



**Anexo C. Análisis de suelos de las zonas en estudio.**

Muestras		Unidad	Sandoná	Consacá	Ancuya	Yacuanquer	Tangua
pH, Potenciómetro	Relación Suelo : Agua (1:1)		5	5,7	6,2	4,9	5,2
Materia Orgánica	Walkley-Black(Colorimétrico)	%	4,1	4,0	5,2	3,0	3,5
Densidad	Aparente	g/cc	0,8	1,1	1	1	0,9
Fósforo (P)	Bray II	ppm	22	34	45	40	14
Capacidad de intercambio Catiónico (CIC)			14,4	15,8	21,4	7,0	10,0
Calcio de Cambio	CH <sub>3</sub> COOHNH <sub>4</sub> INpH7	meq/100g	5,4	5	10,5	4,3	Trazas
Magnesio de Cambio			1,8	3,5	3,9	7	0,8
Potasio de Cambio			0,23	0,25	0,45	0,10	0,18
Acidez de Cambio			0,5	0,1	*	*	0,5
Hierro			23	21	20	15,6	25
Manganeso			15	10,4	10	4,6	11
Cobre	Extracción con DTPA	ppm	2,58	3,2	1,43	1,82	1,14
Zinc			1,6	2,04	1,22	2,34	0,98
Boro ppm, Método de Agua Caliente			0,2	0,19	0,14	0,13	0,11
F=Franco- Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado Textural		Ar-A	Ar-A	Ar-A	Ar-A	Ar-A
Nitrógeno Total %			0,21	0,20	0,26	0,15	0,18
Carbono Orgánico %			3,45	3,84	1,93	2,74	3,58

**ANEXO D. Análisis de varianza de los cinco ambientes para el número de mazorcas.**

F. de V.	SANDONA		CONSACA		ANCUYA		YACUANQUER		TANGUA	
	G.L	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	
Bloques	3	0,0162625	0,00542083	0,009475	0,00315833	0,0394875	0,0131625	0,027425	0,00914167	0,0266875
Tratamientos	7	1,353225	0,19331786	1,5507	0,22152857	1,174975	0,16785357	0,30855	0,04407857	0,331675
Error	21	0,13	0,00622917	0,25	0,01206786	0,15	0,00715417	0,11	0,00542024	0,17
Total	31	1,50		1,81		1,36		0,45		0,53

**ANEXO E. Análisis de varianza de los cinco ambientes para el número de carreras por mazorca.**

F. de V.	G.L	SANDONA		CONSACA		ANCUYA		YACUANQUER		TANGUA	
		S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M
Bloques	3	0,4128125	0,13760417	1,908125	0,63604167	1,340625	0,446875	0,309375	0,103125	1,1003125	0,36677083
Tratamientos	7	19,426875	2,77526786	49,69	7,09857143	42,4375	6,0625	15,88625	2,26946429	22,936875	3,27669643
Error	21	11,79	0,5613244	12,05	0,57389881	18,99	0,904375	14,03	0,66806548	11,73	0,55834821
Total	31	31,63		63,65		62,77		30,23		35,76	

**ANEXO F. Análisis de varianza de los cinco ambientes para el número de granos por carrera.**

F. de V.	G.L	SANDONA		CONSACA		ANCUYA		YACUANQUER		TANGUA	
		S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M
Bloques	3	2,321875	0,77395833	3,0075	1,0025	12,39125	4,13041667	12,234375	4,078125	7,0103125	2,33677083
Tratamientos	7	199,7225	28,5317857	183,91	26,2728571	120,2575	17,1796429	90,46125	12,9230357	88,413125	12,6304464
Error	21	35,46	1,6883631	41,11	1,9577381	34,39	1,63767857	17,44	0,83044643	40,64	1,93519345
Total	31	237,50		228,03		167,04		120,14		136,06	

**ANEXO G. Análisis de varianza de los cinco ambientes para el peso de 100 granos.**

F. de V.	G.L	SANDONA		CONSACA		ANCUYA		YACUANQUER		TANGUA	
		S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M
Bloques	3	12,2625	4,0875	2,1425	0,71416667	17,67625	5,89208333	1,9484375	0,64947917	5,36125	1,78708333
Tratamientos	7	543,34	77,62	280,99	40,1414286	542,6575	77,5225	368,379688	52,6256696	421,6825	60,2403571
Error	21	31,98	1,5227381	30,46	1,45035714	44,13	2,10125	21,88	1,04186012	13,90	0,66172619
Total	31	587,58		313,59		604,46		392,21		440,94	

**ANEXO H. Análisis de varianza de los cinco ambientes para el rendimiento.**

F. de V.	G.L	SANDONA			CONSACA			ANCUYA			YACUANQUER			TANGUA		
		S.C	C.M		S.C	C.M		S.C	C.M		S.C	C.M		S.C	C.M	
Bloques	3	0,01720267	0,00573422	0,16482033	0,05494011	0,41483246	0,13827749	0,09975651	0,03325217	0,06713683	0,02237894					
Tratamientos	7	9,20143263	1,31449038	14,6139996	2,08771423	10,5313209	1,50447442	2,35042347	0,33577478	2,30228038	0,3288972					
Error	21	0,88	0,04209131	1,41	0,06712803	1,35	0,06430369	0,79	0,03759326	1,06	0,05050353					
Total	31	10,10		16,19		12,30		3,24		3,43						