

**SELECCIÓN DE MAÍZ (*Zea mays*) A PARTIR DE UNA VARIEDAD REGIONAL
EN EL MUNICIPIO DE PITALITO (HUILA) E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
DE RIEGO PARA EL LOTE DE CULTIVO EN LA FINCA “EL LIMÓN”**

ECNA XIMENA VÁSQUEZ CASTRO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2009**

**SELECCIÓN DE MAÍZ (*Zea mays*) A PARTIR DE UNA VARIEDAD REGIONAL
EN EL MUNICIPIO DE PITALITO (HUILA) E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
DE RIEGO PARA EL LOTE DE CULTIVO EN LA FINCA “EL LIMÓN”**

ECNA XIMENA VÁSQUEZ CASTRO

**Trabajo presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniera
Agropecuaria**

**Directores:
Consuelo Montes, MSc.
Víctor Felipe Terán, Esp.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2009**

Este trabajo lo realicé por una persona que le apuesta al campo sin ningún temor, a mi padre Gilberto Vásquez quien tenía esta brillante idea antes que yo naciera y espero haber cumplido su sueño.

A mis cómplices y amigas, mi madre Genoveva Castro y mi Hermana Silvia Cristina, que sólo ellas saben lo que hemos pasado para la realización de este gran proyecto familiar.

ECNA XIMENA VÁSQUEZ CASTRO

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por haberme dado salud y rodearme de buenas personas para llevar a buen fin este trabajo.

A mis padres Gilberto Vásquez y Genoveva Castro, que con su incansable apoyo y comprensión me llevaron de la mano a lograr mis objetivos. Mi hermanita Silvia Cristina quien siguió de cerca todo el proceso y estuvo presta a colaborarme en todo momento y a toda mi Familia por no perder las esperanzas.

A Cristián y su familia, a mi amiga Adriana Medina y sus padres Daniel Medina y Lucia Urbano, quienes me alojaron en su hogar y me hicieron sentir como un miembro más.

A la profesora Consuelo Montes y al profesor Felipe Terán quienes me tuvieron toda la paciencia y me orientaron de manera acertada a culminar esta etapa de mi vida.

A los jurados Martha Almanza y Fabio Prado quienes enriquecieron mi trabajo y aportaron sus valiosos conocimientos para la realización de este proyecto.

Al Ing. Daniel Echavarría y el Ing. Hugo Delgado quienes siguieron muy de cerca mi trabajo y recibí el mejor apoyo técnico.

Y no podría olvidar a todos mis amigos de la “U”, que me apoyaron, cada uno en forma diferente pero de igual manera contribuyendo a la causa.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1.MARCO TEÓRICO	14
1.1 GENERALIDADES	14
1.1.1 Reseña histórica del maíz “(V-60)” - variedad tradicional	15
1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ	16
1.3 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA	16
1.3.1 Raíz	16
1.3.2 Tallo	17
1.3.3 Flor	17
1.3.4 Fruto	18
1.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	19
1.4.1 Colombia	19
1.4.2 Sistemas de producción en Pitalito (Huila)	21
1.5 MEJORAMIENTO EN MAÍZ	23
1.5.1 Selección masal estratificada	23
1.6 IMPORTANCIA DEL RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ	24
1.6.1 Requerimientos hídricos del Maíz	25
1.6.2 Sistemas de riego	26
1.6.3 Elección de la Instalación de Riego	29

2. METODOLOGÍA	31
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	31
2.1.1 Descripción Ambiental del Departamento del Huila	31
2.1.2 Posición Espacial del Municipio de Pitalito	31
2.1.3 Ubicación de la finca “El limón”	31
2.2 MATERIALES Y MÉTODOS	32
2.2.1 Actividades realizadas	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
3.1 DETERMINACIÓN DE CARACTERES AGRONÓMICOS DE INTERÉS EN MAÍZ (<i>Zea mays</i>) PARA SELECCIÓN DE UNA VARIEDAD REGIONAL EN EL MUNICIPIO DE PITALITO (HUILA)	45
3.1.1 Selección del material tradicional de maíz	45
3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO	49
3.2.3 Referencias de tuberías y aspersores	52
4. CONCLUSIONES	54
5. RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	60

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Dosis de riego apropiado para el maíz de acuerdo a la etapa de crecimiento.	26
Tabla 2. Propiedades físicas del suelo.	43
Tabla 3. Variables evaluadas en el ensayo para calidad de semilla y ciclo del cultivo.	46
Tabla 4. Promedios de varianzas genotípicas para obtener la heredabilidad de los caracteres evaluados en maíz tradicional para selección.	48
Tabla 5. Diseño agronómico.	49
Tabla 6. Diseño de laterales.	50
Tabla 7. Diseño de tubería principal.	51
Tabla 8. Materiales utilizados para el sistema de riego.	52

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Selección y tratamiento de la semilla seleccionada de maíz.	33
Figura 2. Diseño de Bloques Completos al Azar en el campo para el ensayo de evaluación del compuesto masal.	34
Figura 3. Vista diseño del ensayo en la finca "El limón".	34
Figura 4. Encalado y zanjado para el establecimiento del ensayo en campo.	36
Figura 5. Siembra manual de maíz en campo.	36
Figura 6. Cultivo de maíz libre de enfermedades.	37
Figura 7. Cultivo de maíz en estado de madurez fisiológica y mazorcas cosechadas.	38
Figura 8. Instalación del sistema de riego por aspersión.	52
Figura 9. Aspersor golondrina modelo 301.	53

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Entrevistas a agricultores para definir características de interés agronómico en la selección.	60
Anexo B. Datos crudos recolectados en campo de compuesto masal y testigo.	61
Anexo C. Cálculo de datos para obtener la varianza ambiental en la variedad testigo.	70
Anexo D. Tabla de rendimiento de Aspercol .	71
Anexo E. Perdidas por carga (J) por rozamiento.	72
Anexo F. Tabla para determinar el factor F.	74
Anexo G. Plano diseño de riego por aspersión para el cultivo de maíz en la finca “El limón”, Pitalito- Huila.	75

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el departamento de Huila municipio de Pitalito, con el objetivo de evaluar la primera fase para un programa de mejoramiento a partir de un material tradicional de maíz (*Zea mays*) con alta precocidad y características deseables de la planta y la implementación de un sistema de riego por aspersión para la finca "El Limón". Mediante entrevistas personales, se recopiló información que permitió definir las características más importantes para selección de plantas de acuerdo a criterios del agricultor: altura de mazorca, color y grosor de tallo, altura de planta, número de mazorcas y enraizamiento. Se colectaron mazorcas de plantas que cumplieron con las características deseables, se cosechó la primera mazorca de cada planta y se tomaron 100 semillas por mazorca, la semilla se mezcló uniformemente para formar el compuesto masal y se sembró en campo.

Se utilizó como testigo la variedad de maíz ICA V-305 por ser la más utilizada en la región debido a sus rendimientos, se empleó un diseño de bloques completos al azar con 6 repeticiones, el experimento se condujo como ensayo de uniformidad y la heterogeneidad del suelo se asumió como relativamente similar. Para determinar qué proporción de las diferencias fenotípicas entre individuos se debieron al efecto ambiental y qué proporción al componente genético, se hizo de manera indirecta a través de la estimación de los componentes de la variación fenotípica: Varianza fenotípica, varianza ambiental, varianza genética y media de la población original. Se calculó la heredabilidad para el carácter que tuvo la mayor varianza genética. Los resultados indican que el material se encuentra genotípicamente estable y las diferencias fenotípicas son debidas al ambiente, por lo que se concluye que son las prácticas agrícolas las que alteran sus características, se sugiere hacer mejoramiento ambiental en condiciones de manejo y enfocar el programa a selección de semilla por tamaño y calidad de llenado.

Para la implementación del sistema de riego y teniendo en cuenta las características topográficas, se eligió el sistema de riego por aspersión semimóvil con el fin de ser utilizado en cualquier parte de la finca. El riego se implementó pero por exceso de lluvias durante el periodo de evaluación no fue necesario utilizarlo.

SUMMARY

The present work was made in the department of Huila municipality of Pitalito, in order to evaluating the first phase for a program of improvement starting from a traditional material of corn *Zea mays* with high precocity and characteristic desirable of the plant and the use of a watering system for aspersion for the property "El Limón". By means of personal interviews, it gathers information that allowed to define the most important characteristics for selection of plants according to the farmer's approaches: ear height, color and shaft grosor, plant height, number of ears and rooting. Ears of plants were collected that completed with the desirable characteristics, it harvests the first ear of each plant and they took 100 seeds for, the seed you mixes evenly to form the compound masal and it was sowed in field.

It was used as witness the variety of corn ICA V-305 to be the more used in the region due to their yields, a design of complete blocks was used at random with 6 repetitions, the experiment behaved like rehearsal of uniformity and the heterogeneity of the floor was assumed as relatively similar. To determine what proportion of the phenotypics differences among individuals they were due to the environmental effect and how many to the genetic component, it was made in an indirect way through the estimate of the components of the phenotypic variation : phenotypic variance, environmental variance, genetic variance and he/she mediates of the original population. You calculation the heritability for the character that had the biggest genetic variance. The results indicate that the material is stable genotypically and the phenotypics differences are due to the atmosphere, for what it concludes that they are the practice agricultural those that alter their characteristics, are suggested to make environmental improvement under handling conditions and to focus the program to seed selection for size and quality of having filled.

For the implementation of the watering system and keeping in mind the topographical characteristics, the watering system was chosen by mobile aspersion with the purpose of being used in any part of the property. The watering it implements but for excess of rains during the period of evaluation was not necessary to use it.

INTRODUCCIÓN

El área sembrada de cereales durante el año 2007 presentó un incremento con respecto al año 2006, pasó de 580.422 hectáreas en 2006 a 620.147 hectáreas en 2007, el maíz participó con el 38% del área total sembrada con cultivos de ciclo corto, aportando el 2,5% de la producción agrícola y generando alrededor de 126.000 empleos directo en el país. Entre los departamentos con mayor producción se encuentran Córdoba, Valle, Cundinamarca, Tolima y Cesar, (Departamento Económico de Fenalce, 2008).

La producción mundial de maíz 2008/09 alcanzaría los 786,45 millones de toneladas según la estimación del mes de abril del Departamento de Agricultura de Estados Unidos. (Agropanorama, 2008). Siendo esta una participación importante en el mundo, razones suficientes para proporcionar a los cultivadores de Colombia semillas de mejor calidad, de buen comportamiento en la zona y con alta productividad, de tal forma que el productor pueda acceder a un mercado competitivo.

La situación del maíz (*Zea mays*) en el trópico está cambiando rápidamente. Existe una mayor disponibilidad de germoplasma con buen índice de cosecha y alta productividad para ambientes tropicales y el potencial de heterosis comienza a ser explotado en mayor escala en los países en desarrollo. “Con la expansión de la producción y la comercialización de semillas en los sectores público y privado, los híbridos superiores y las variedades mejoradas están ahora más fácilmente al alcance de los agricultores (Paliwal, 2001).

Es de gran importancia rescatar materiales regionales de maíz *Zea mays* los cuales están adaptados y tienen buenos rendimientos, pero se han ido degenerando y actualmente son fenotípicamente heterogéneos. Por esta razón, la importancia de recuperar la calidad original y lograr estandarizar algunas características agronómicas de interés e implementar un sistema de riego apropiado, labor que no ha sido tenida en cuenta por lo agricultores de la zona, pero que ayudará a mejorar rendimiento y producción. Para lograr lo anterior se realizó selección de maíz a partir de variedades regionales adaptadas, para tener una producción sostenible y disminuir costos de producción, además, se implemento el sistema de riego para la finca “El limón” que permitió mejorar la producción y el rendimiento. Se formularon los siguientes objetivos:

Objetivo General: Evaluar la primera fase para un programa de mejoramiento a partir de materiales tradicionales de maíz *Zea mays* con alta precocidad y

características deseables en la planta y la implementación de un sistema de riego por aspersión, en el municipio de Pitalito Huila.

Objetivos Específicos:

- Identificar y seleccionar a partir de materiales tradicionales de maíz, plantas con características deseables como: altura de mazorca, enraizamiento, altura de la planta, número de mazorcas por planta.
- Implementar un sistema de riego adecuado para el cultivo de maíz en la finca “El Limón” como modelo para mejorar prácticas agrícolas.
- Analizar los resultados obtenidos en campo y definir la ganancia genética para determinar la continuidad del proceso de mejoramiento para mejorar productividad.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES

El maíz *Zea mays* cultivado es una planta completamente domesticada. El hombre y el maíz han vivido y han evolucionado juntos desde tiempos remotos, el maíz no crece en forma silvestre y no puede sobrevivir en la naturaleza, siendo completamente dependiente de los cuidados del hombre (Paliwal, 2001).

El maíz *Zea mays* es una de las especies cultivadas más productivas. Es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética. Considerada individualmente, su tasa de multiplicación es de 1:600-1000 (Aldritch, Scott y Leng, 1975), tiene el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal en ser sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo. Desde el punto de vista socioeconómico, es producido en regiones altamente desarrolladas, con sistemas avanzados de tecnología y buena productividad y también en regiones marginadas con sistemas tradicionales de producción cuyo objetivo es el autoabastecimiento. En las regiones más pobres y deprimidas, ha sido un soporte para la seguridad alimentaria, representa un seguro contra el hambre y una garantía de sostenibilidad para sobrellevar crisis, tanto económicas como sociales, que padecen los agricultores de estas regiones.

Hoy día el maíz *Zea mays* es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo (Paliwal, 2001).

El maíz *Zea mays* tiene usos múltiples y variados. Es el único cereal que puede ser usado como alimento en distintas etapas del desarrollo de la planta. Las espigas jóvenes son cosechadas antes de la floración de la planta son usados como hortaliza. Las mazorcas tiernas de maíz dulce son un manjar refinado que se consume de muchas formas. Las mazorcas verdes de maíz común también son usadas en gran escala, asadas, hervidas o consumidas en el estado de pasta blanda en numerosos países. La planta de maíz *Zea mays* que está aún verde cuando se cosechan las mazorcas *baby* o las mazorcas verdes, proporciona un buen forraje. Este aspecto es importante ya que la presión de la limitación de las

tierras aumenta y son necesarios modelos de producción que produzcan más alimentos para una población que crece continuamente (Paliwal, 2001).

1.1.1 Reseña histórica del maíz “(V-60)” - variedad tradicional. El señor Gilberto Vásquez (Productor, Pitalito, Huila, observación inédita, 2009) relató: “un buen día del año de 1982 asistió a un congreso de maíz en donde se habló de una variedad que para el momento no la recordó; a los asistentes se nos donó un kilo de maíz para que lo reprodujéramos a manera de semilla yo cumplí mi tarea y observé un excelente maíz con alta rusticidad, tolerancia a las plagas, porte medio y buena producción. En nuestra región del Valle de Laboyos trabajábamos los diferentes tipos de sorgo y teníamos dificultades muy marcadas porque no contábamos con maquinaria apropiada para recolectar las cosechas, el medio presenta gran humedad y tropezamos con la dificultad del secado, el sorgo fácilmente era atacado por un hongo haciendo un mercado difícil. Personalmente pensé e invite a mis amigos del agro para que abandonáramos el cultivo de sorgo y tomáramos el cultivo del maíz por razones poderosas; hace 60.000 años nuestros pobladores los indígenas Yanacona tenían el cultivo de maíz porque en un sarcófago fue hallada una mazorca que existe en el museo arqueológico de San Agustín, entonces el maíz (*Zea mays*) por ancestro lo llevamos consigo, nuestros bisabuelos, abuelos y padres fueron cultivadores de maíz con variados usos como: la chicha, propia en las celebraciones familiares y de comunidad, la arepa; gran comida en las duras labores del campo, la chuchuca a base de maíz, el llamado pan de maíz de mejor calidad que los anteriores y en el estrato 6 los llamados expandidos (chitos , kelloggs , ponqué ramo, y hasta la cerveza costeña de lúpulo de maíz).”

Continuó diciendo “Nuestros animales domésticos hacen la delicia con el maíz (gallinas, pavos, asnos, caballos, reses, entre otros) otorgando excelentes elementos nutricionales. En la agricultura moderna, amén de los residuos del maíz para los concentrados, forrajes y materia orgánica”.

Y manifestó que “ante los buenos resultados de la producción, adaptación, resistencia y aceptación en el mercado, por su excelente grado de cristalización facilitando su trilla lo posicionó muy fácilmente al mercado. El maíz lo he seguido sembrando anualmente, inició la siembra en la primera temporada del año es decir en los meses de febrero a marzo para recolectar en los meses de julio y agosto. Por insinuación de profesionales y prácticos he realizado una selección masal y reconozco que no se ha podido realizar de manera adecuada, pero si tratando de conservar la estabilidad del maíz. Este maíz que se ha desarrollado sin progénie y a manera anecdótica y para orgullo de este agricultor resolví por decisión propia darle un nombre y lo “bauticé” como; V-60. Lo tome por V de mi apellido Vásquez y 60 para que cuando yo cumpliera la edad de 60 años este maíz tenía que estar

patentado o tomado por un descendiente de mi familia directa pues tendría que recoger este maíz y seguir su cauce para llevarlo a la agricultura moderna. Felizmente logré incidir en mi hija Echna Ximena a que siguiera la carrera de Ingeniería Agropecuaria en la Universidad del Cauca (Popayán) para que este bello proyecto tuviera vida propia”.

1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays</i>

Fuente: INFOAGRO, 2007

1.3 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

1.3.1 Raíz. El maíz *Zea mays* tiene un sistema radicular bien definido en 3 estadios. Al germinar, emergen las raíces temporales o embrionarias que nacen en el primer nudo, las raíces permanentes que nacen en el segundo nudo de la plántula o nudo superior del mesocótilo y las raíces adventicias que emergen de los nudos basales de la planta en crecimiento activo (Castañeda, 1990).

Las raíces temporales, primarias o embrionarias son funcionales durante la germinación, emergencia y desarrollo de plántula, generalmente desaparecen al agotarse el endospermo e iniciarse las fusiones de las raíces permanentes, estas nacen en el segundo nudo del primer entrenudo o mesocótilo y la profundidad del suelo o lugar de emergencia de tales raíces es variable en las diferentes variedades de maíz, en algunas emergen a la mitad de la distancia de siembra y

el suelo, son profusamente ramificadas en forma horizontal cerca de la superficie. El tamaño y profundidad dependen de: la variedad, textura, estructura, fertilidad, humedad, plagas en el suelo, plantas voluntarias y densidad de siembra. Las raíces permanentes intervienen en el sostén y nutrición de la planta en crecimiento activo hasta la madurez fisiológica, raíces que interactúan con las raíces adventicias como parte del sistema radicular (Castañeda, 1990).

Las raíces adventicias son aquellas que no son embrionarias, es decir, las que nacen desde el segundo nudo y emergen en los nudos basales o inmediatamente cerca del suelo y que al profundizar sirven también de sostén o anclaje y como medio de absorción de nutrientes. La formación de un sistema radicular consistente, ramificado y de sostén reduce el acame y en ocasiones, permite el cultivo en plano sin necesidad del aporque (Castañeda, 1990).

1.3.2 Tallo. El maíz es una planta anual, su tallo es una caña formada por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, gruesos en la base y de menos grosor en los entrenudos superiores. El número de nudos es variable en las diferentes razas y variedades con un rango de 8 a 26, en cada entrenudo hay una depresión como canalillo que se extiende a lo largo del entrenudo, en posición relativa alterna a lo largo del tallo, en la base del entrenudo hay una yema floral femenina que se extiende a lo largo del canalito. Potencialmente un tallo puede desarrollar 10 o más yemas florales que pueden originar 10 o más mazorcas: únicamente una, dos o tres yemas llegan a formar grano de maíz por el fenómeno conocido como “dominancia apical” que inhibe el desarrollo de las yemas inferiores (Espinosa y Revueltas, 1992).

El tallo, además de cumplir la función de soporte de las hojas, flores, frutos y semillas, transporta no solo sales minerales y agua desde la raíz hasta la parte aérea de la planta, sino también los alimentos elaborados en las hojas hacia el resto de la planta. Bajo condiciones especiales, como la pérdida de follaje por daños físicos, el tallo puede funcionar como órgano de almacenamiento de nutrientes, especialmente sacarosa, la cual ayuda al llenado del grano (Espinosa y Revueltas, 1992).

1.3.3 Flor. Las flores masculinas tienen de 6 a 8 mm, salen por parejas a lo largo de muchas ramas finas, de aspecto plumoso, situadas en el extremo superior del tallo. Cada flor masculina tiene tres estambres largamente filamentosos. Las espiguillas femeninas se agrupan en una ramificación lateral gruesa, de forma cilíndrica, cubierta por brácteas foliadas. Sus estilos sobresalen de las brácteas, formando una cabellera que sale por el extremo de la mazorca, debido a que alcanzan la longitud entre 12 y 20 cm. Si es fecundada en su momento, cada flor

femenina dará lugar a un fruto en forma de grano, más o menos duro, lustroso de color amarillo, púrpura o blanco (Ospina, 1999).

1.3.4 Fruto. El desarrollo de la panoja precede al de la mazorca y después que todos los primordios foliares se han iniciado, el meristemo apical se elonga y se transforma en un meristemo reproductivo masculino que se transformará a su vez en la panoja. Los internudos inician una fase de rápida elongación empujando el punto de crecimiento hacia arriba; si en este momento se realiza una disección longitudinalmente una planta, se notarán los primordios de las yemas laterales en la axila de cada hoja. Muchas de éstas no se desarrollarán y normalmente una o dos yemas laterales en la mitad superior de la planta llegarán a ser inflorescencias femeninas funcionales, o sea las mazorcas. El número de granos por fila en cada mazorca se determina en esta etapa temprana del desarrollo, pero el número de óvulos funcionales que se desarrollarán como granos se determina más tarde, aproximadamente una semana después de la emergencia de los estigmas. La mazorca superior muestra dominancia apical y sobre-pasa a todas las mazorcas ubicadas inferiormente. En ese momento, el extremo de la mazorca aparece en la axila de la hoja que sostiene esa mazorca (Paliwal, 2001).

El maíz es un cultivo particular dentro de los cereales porque presenta las flores masculinas y femeninas separadas. La panoja terminal completa la mayor parte de su desarrollo antes del período de rápido desarrollo de la mazorca. Hay alguna evidencia de que la mazorca, o sea el órgano que se forma por último, puede ser un competidor relativamente débil por los materiales asimilados. Hay una influencia hormonal asociada con la dominancia apical que puede favorecer el crecimiento de la panoja y de la parte superior del tallo sobre el crecimiento de las mazorcas laterales, especialmente bajo condiciones de alta densidad de siembra de los cultivos (Paliwal, 2001).

La selección, para reducir el tamaño de la panoja en el maíz tropical está asociada al aumento en el número de granos por planta y al rendimiento (Fischer, Edmeades y Johnson, 1987). Esto apoya, sin embargo, la hipótesis de que la panoja y la mazorca compiten por la materia asimilada en un momento crítico de la formación del rendimiento.

El maíz, *Zea mays* L., es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género (Paliwal, 2001).

El maíz no se encuentra como planta silvestre en la actualidad. Esta especie tiene

escasa capacidad para reproducirse en condiciones naturales, debido a que las semillas están sobre el surco de la mazorca y por ello no se dispersan con facilidad. La competencia que se genera entre las plantas que nacen de una mazorca caída, hace que generalmente mueran sin llegar a dar grano. A esta especie no se le conoce actualmente otra de la que pueda haberse derivado directamente. Así mismo, los genetistas y los taxónomos no han llegado todavía a ponerse de acuerdo sobre cuál es el origen botánico del maíz y el lugar geográfico en que se produjo por primera vez (Llanos Company, 1984).

La especie botánica maíz *Zea mays* se considera hasta la actualidad como la única especie del genero *Zea*. Es una planta herbácea monoica, cuyas células poseen $2n$ cromosomas. Es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta 5 metros de altura (lo normal es entre 2 a 2.5 metros), su tallo es nudoso y macizo y lleva de 15 a 30 hojas alargadas y brazadas, con 4 a 10 cm. de anchas y 35 a 50 cm. de longitud (Llanos Company, 1984).

El conocimiento de los diferentes estados de desarrollo del maíz, y la manera como son afectados por los factores ambientales, es de suma utilidad para dar al cultivo un manejo racional que se traduzca en altos rendimientos (Larios, 1997).

El estudio de la fisiología de los cultivos sirve como base para generar prácticas culturales eficientes que permitan aprovechar al máximo su potencial genético a un menor costo (Ramos y Santos, 1995).

1.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

1.4.1 Colombia. Desde la época prehispánica, ha sido un punto geográfico clave para el contacto terrestre entre el sur y el centro/norte de América, así jugó un papel importante en la distribución temprana del maíz y de otros alimentos (Bernal, 1992). Las características ambientales, sociales, tecnológicas y culturales presentes en las diferentes regiones geográficas del país, han generado condiciones propicias para el desarrollo de muchas razas, variedades, híbridos y ecotipos nativos de maíz adaptadas a diferentes condiciones del clima, de disponibilidad de agua y resistencia a plagas y enfermedades, entre otras. En Colombia se ha cultivado maíz en casi todos los ecosistemas en donde ha existido agricultura, con mayor intensidad en las tierras bajas tropicales del Caribe y en las zonas templadas y frías de la región Andina (Salgar, 2005).

En Colombia, el maíz ha sido uno de los alimentos básicos desde antes de la llegada de los españoles. Es una de las especies que más influencia ha presentado en los sistemas productivos, pues es primordial en la seguridad alimentaria como lo evidencia la cantidad de variedades presentes en todo el territorio nacional. Según vemos estudios, en Colombia existen 23 razas de maíz y en los bancos nacionales de germoplasma se tiene registradas 5.600 accesiones. Existe una enorme variabilidad entre plantas de la misma raza, razón por la que los campesinos e indígenas reconocen gran cantidad de variedades y ecotipos y, probablemente una misma variedad tenga diferentes nombres en distintas zonas del país (Robert, 1957; Torregrosa, 1957).

Sistemas de cultivo de maíz. Según Quintero (1999), en Colombia se pueden diferenciar dos sistemas de producción: el sistema tecnificado y el sistema tradicional, aunque es frecuente la combinación de ellos.

- **El sistema tecnificado.** Hace referencia a los monocultivos de más de cinco hectáreas. Se desarrolla en terrenos planos, de buena fertilidad y disponibilidad de agua; utiliza tecnologías basadas en la mecanización para la preparación del suelo y la siembra, el uso de semillas mejoradas, riegos, fertilizantes y agroquímicos.

- **El sistema tradicional.** Se realiza en muchas regiones del país en donde predomina la economía campesina. En general se realiza en suelos con baja fertilidad, en minifundios menores a cinco hectáreas. Generalmente se lleva a cabo con capital propio pero en algunos casos se usan créditos extrabancarios. En general el cultivo del maíz se basa en el uso de una amplia diversidad de variedades criollas y la utilización limitada de híbridos. La mano de obra es familiar, el grado de mecanización es muy bajo al igual que el uso de insumos agrícolas. La preparación del suelo es mínima, se hace arando con bueyes y azadón y se siembra a chuzo. Los rendimientos no son altos, en gran parte, porque las tierras usadas para ello son generalmente pobres, además, en muchos casos no se utilizan las semillas adecuadas para estas condiciones.

En la Región Andina sus variados pisos térmicos favorecen la adaptación de distintas variedades y razas, por tanto, allí se cultiva ampliamente este cereal. Sin embargo, la mayor parte de la producción está en manos de pequeños agricultores ubicados en zonas de ladera, en condiciones igualmente limitadas respecto a fertilidad de suelos, productivas y de mercadeo, para las comunidades indígenas y campesinas de la región, el maíz es uno de los alimentos fundamentales desde el punto de vista cultural y de alimentación. No obstante, debido a la fuerte presión ejercida desde hace varias décadas por los modelos de

producción basados en la revolución verde, en algunas zonas de la región andina se han perdido gran cantidad de variedades nativas. Por otro lado, en la región andina también se siembra maíz en monocultivo, especialmente en los valles interandinos de alta fertilidad y condiciones de mecanización. Su producción se destina principalmente a suplir necesidades de la industria de alimentos y concentrados para animales (Salgar, 2005).

Área de cultivo y volúmenes de producción. El área total de maíz paso de 516,031 hectárea en el 2006 a 560,552 hectáreas en el 2007, la producción aumento de 1.534.371 toneladas a 1.624.076 toneladas. Áreas sembradas en el 2007 de maíz amarillo tecnificado 174.599 has, en maíz amarillo tradicional 131.568 has, con una producción en maíz amarillo tecnificado 743.120 Toneladas, en maíz amarillo tradicional 236.845 toneladas (Departamento Económico Fenalce, 2008). El incremento desmesurado en el cultivo de maíz es estimulado por la ampliación de la ganadería en Colombia utilizándolo como alimento para fuente de proteína y energía.

La producción de maíz tradicional está destinada especialmente a consumo humano, mientras que la producción tecnificada, en su gran mayoría, se destina a suplir la demanda de insumos de la industria alimenticia y de concentrados para animales. Gran parte del maíz que se requiere para alimentar a la población es abastecida por los pequeños agricultores. La soberanía alimentaría del país depende en gran parte de la supervivencia de ellos y de sus sistemas tradicionales de cultivo. De esta manera, para el país es de trascendental importancia que las políticas gubernamentales de fomento agrícola se orienten hacia la protección y fortalecimiento del sector productivo de pequeños agricultores. Las comunidades y organizaciones locales están adelantando acciones que conllevan a la defensa y a la recuperación de los recursos genéticos. Para ello realizan prácticas de conservación, manejo e intercambio de semillas criollas que están muy bien adaptadas a sus ecosistemas y a sus necesidades productivas (Ospina, 1999).

1.4.2 Sistemas de producción en Pitalito (Huila). La importancia de la producción agropecuaria a pequeña escala, llamada generalmente economía campesina, es una forma de vida con componentes sociales, culturales y de producción-consumo, fundamentada en el trabajo familiar.

En general, la producción agropecuaria a pequeña escala, la componen propietarios de pequeñas extensiones, arrendatarios, aparceros o medianeros, colonos precarios sin títulos de dominio y asignatarios de reforma agraria. La producción agropecuaria en el departamento del Huila, se fundamenta en el núcleo familiar, capaz de producir sin remunerar monetariamente el trabajo de la

familia, siempre y cuando se obtenga su subsistencia y recupere la inversión monetaria; los predios son diversificados en cuanto a productos agrícolas, lo que les permite asegurar un flujo de ingresos continuo, reducir el riesgo a las adversidades del clima, las plagas, enfermedades, fluctuación permanente de precios en el mercado, problemas de orden público, entre otros.

La supervivencia de la producción campesina en el Departamento del Huila, se apoya en una particular organización en la cual se combina la tierra, la mano de obra disponible y los demás recursos: económicos, técnicos y culturales, con los que ha logrado la supervivencia de la familia y de los actuales sistemas productivos. La importancia de la producción agropecuaria a pequeña escala, además de criterios sociales, es la cantidad y diversidad de productos que aportan a la canasta familiar. En el Departamento del Huila son los mayores productores de café, panela, frijol, lulo, tomate de mesa, cacao, maracuyá, tomate de árbol y está en ascenso el cultivo de once frutas y cinco hortalizas producidas, como: badea, guanábana, mora, papaya, piña, sandía, cítricos, curaba, aguacate, uvas y mango. A nivel de hortalizas: arveja, habichuela, pimentón, cebolla junca y cabezona, productos cuyo destino principal es el consumo directo en los mercados regional y nacional y un reducido porcentaje con destino a la industria procesadora de alimentos. Otros productos que aportan a los mercados, los campesinos son: plátano, maíz y yuca, los cuales muestran una importante producción, pero el principal destino de los excedentes es el autoconsumo humano y animal o para semilla (Pronatta - Proyecto Envoga, 2007).

El Departamento del Huila para el 2006, reporto un área sembrada en maíz amarillo tecnificado de 4.200 ha y en tradicional 6.490 ha, con rendimientos en maíz tecnificado de 4.1 Ton/ha y en tradicional 1.48 Ton/ha. Producción en maíz tecnificado de 17.220 toneladas y en maíz tradicional de 9.605 toneladas (Departamento Económico Fenalce, 2008).

Lo expuesto anteriormente, permite observar que el pequeño productor campesino Huilense, hace un manejo integral de su parcela lo que se expresa en la forma particular de utilizar la tierra, en la distribución de los cultivos, en la manera como se organiza la familia alrededor de la producción y el reciclaje de los desechos que produce. Sin embargo, dicha integralidad se ve alterada por las condiciones de inequidad que le impone su vinculación con el mercado de los productos que él cultiva (Pronatta - Proyecto Envoga, 2007).

1.5 MEJORAMIENTO EN MAÍZ

El maíz es una planta alógama que presenta un alto grado de polinización cruzada natural por ser una planta monoica, por lo tanto, presenta un constante intercambio genético generación tras generación, en consecuencia las poblaciones tienden a ser altamente heterogéneas y las plantas individuales altamente heterocigotas (Vallejo y Estrada, 2002).

El mejoramiento en plantas alógama presenta dos alternativas: obtención de poblaciones mejoradas y obtención de generación F_1 con vigor híbrido. Una población es mejorada cuando ésta presenta una mayor frecuencia de genes favorables en comparación con las poblaciones originales (Vallejo y Estrada, 2002).

Uno de los métodos que se utiliza para obtener poblaciones mejoradas es la selección intrapoblacional, que busca mejorar el comportamiento de una determinada población. Existen dos tipos de selección intrapoblacional: la masal, basada en el fenotipo de plantas individuales y la selección que utiliza algún tipo de estructura familiar o prueba de progenie (Vallejo y Estrada, 2002).

La selección masal puede ser simple y consiste en seleccionar de una población aislada heterocigota y heterogénea unas plantas agronómicamente deseables. Se cosecha su semilla, se mezcla y esta mezcla constituye la semilla para la siguiente generación y, la selección masal estratificada, cuyo objetivo es hacer la selección masal más eficiente mediante el uso de un esquema que permita un cierto control sobre la heterogeneidad del suelo (Vallejo y Estrada, 2002).

1.5.1 Selección masal estratificada. Consiste en dividir el lote de evaluación en recombinación de parcelas o estratos de igual tamaño, procediéndose a la selección en cada estrato independiente de los demás. Cada estrato representa, una unidad ambiental diferente. En maíz la selección masal estratificada se utiliza de la siguiente manera: se selecciona un lote aislado, en la cosecha se divide el campo en parcelas o estratos y se hace selección de plantas separadamente en cada estrato, se supone que en cada estrato la heterogeneidad del suelo es menor. Se escoge una intensidad de selección comprendida entre 5 y 20%, las mazorcas de las plantas seleccionadas darán la semilla para la próxima siembra. Para garantizar una muestra adecuada se toma un número igual de semilla en cada mazorca. El ciclo siguiente se conduce de manera idéntica al anterior.

1.6 IMPORTANCIA DEL RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ

Según Violic (2007), para un buen desarrollo el maíz requiere de 550 a 650 mm de lluvia, lo cual ayuda a disminuir la competencia de arvenses, que es importante a través de todo el ciclo. Sin embargo, si el perfil del suelo está en capacidad de campo en el momento de la siembra, 350 a 400 mm de lluvias bien distribuidas durante el ciclo de crecimiento serán suficientes para producir un buen cultivo. Para un crecimiento óptimo, el contenido de humedad del suelo debería estar entre 60 y 70% de la capacidad de campo. El coeficiente de transpiración del maíz es de 280 a 350, o sea que para la síntesis de un gramo de materia seca el maíz transpira de 280 a 350 gramos de agua o, dicho de otra manera, usa de 280 a 350 litros de agua por cada kilo de grano producido. Según el mismo autor, la relación de transpiración del maíz en el campo comparada con la evaporación abierta es de cerca de 0,35 en el estado de plántula y de 0,80 en el momento de la aparición de los estambres, declinando posteriormente. En las primeras etapas de crecimiento, la mayor parte de las pérdidas de agua se deben a la evaporación del suelo desnudo, ya que solo son necesarios 2,0 a 2,5 mm de agua por día hasta que el cultivo llega a la quinta o sexta hoja. Los requerimientos de agua aumentan a 70-80 mm en los estados fenológicos sucesivos, o sea dos semanas antes a dos semanas después de la emisión de los estambres, una cifra que puede aumentar substancialmente en regiones de altas temperaturas y baja humedad relativa. El aporte de agua también varía con la densidad del cultivo: se necesita menos agua cuando la población es menor y, obviamente, se necesita más agua cuando las densidades son altas. Sin embargo, esta relación no es lineal y hay un punto en el cual un aumento de la densidad incrementará la necesidad de agua a una tasa menor ya que la utilización de agua en la evapotranspiración no se incrementa.

Las principales fuentes de agua del cultivo de maíz provienen de la humedad almacenada en el suelo antes de la siembra, de la lluvia durante el ciclo del cultivo, de la irrigación, y en menor cantidad del rocío que se condensa en las hojas y que llega a la base de las plantas. Si bien el agua de lluvia y su distribución a través del año son adecuadas en muchas regiones tropicales, permitiendo así más de un cultivo de maíz por año, la situación puede ser diferente en otras regiones donde a pesar de tener una alta precipitación, los frecuentes períodos secos dan cierta inseguridad al cultivo (Violic, 2007).

La gran mayoría de las áreas tropicales reciben solo precipitaciones pluviales, lo cual hace que la captura y el almacenaje del agua en el perfil del suelo sean absolutamente prioritarios. La alternativa es, por lo tanto, la irrigación, que si bien es costosa puede llegar a ser importante en los trópicos. Si se asegura el abastecimiento de agua, los agricultores pueden usar niveles altos de otros insumos con menores riesgos, especialmente fertilizantes, los cuales son

eficientes cuando hay un contenido adecuado de humedad. En situaciones de alta fertilidad natural de los suelos, la disponibilidad de agua a lo largo de todo el ciclo de cultivo permite usufructuar al máximo esta ventaja. Se han propuesto muchas soluciones tecnológicas al problema de las sequías, desde el punto de vista genético con el uso de variedades tolerantes y otras dirigidas a mejorar la eficiencia del uso del agua (Violic, 2007)

1.6.1 Requerimientos hídricos del Maíz. El maíz requiere suministro permanente de agua durante todas las etapas de crecimiento: floración, polinización y desarrollo del grano (Larios, 1997).

El maíz tiene la máxima demanda de agua durante la iniciación de órganos reproductores, por lo que un déficit de agua durante este periodo reduce los rendimientos hasta en 22%, pero si el déficit se prolonga seis u ocho días la reducción es de 50% o más, riegos tardíos en este estado fracasan en reponer el rendimiento perdido (Avella, 1989).

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere poca cantidad de agua para garantizar 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. 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 (INFOAGRO, 2007).

Deficiencia de agua en maíz produce: color grisáceo de las láminas foliares, marchitez y enrollamiento de ellas o emergencia muy pobre de los pelos de la mazorca (Vargas, 1997).

Las dosis de riego más convenientes para el cultivo del maíz se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Dosis de riego apropiado para el maíz de acuerdo a la etapa de crecimiento

SEMANA	ESTADO	Nº RIEGOS	m ³
1	Siembra	3	42
2	Nacencia	3	42
3	Desarrollo primario	3	52
4		3	88
5	Crecimiento	3	120
6		3	150
7		3	165
8	Floración	3	185
9	Polinización	3	190
10		3	230
11	Fecundación	3	200
12	Fecundación del grano	3	192
13		3	192
14		3	192
15		3	190

Fuente: INFOAGRO, 2007.

1.6.2 Sistemas de riego. Los sistemas de riego que comúnmente se utilizan son:

Riego Superficial o Gravitacional. Se denomina así porque el agua se desplaza normalmente por o sobre la superficie del área a regar, cubriéndola total o parcialmente. A estos métodos también se les llama gravitacionales debido a que el agua se mueve por diferencia de cota entre un punto y otro por la acción de la fuerza de gravedad. La característica principal del riego por superficie es que el propio suelo es el sistema de distribución del agua. Durante el riego, el agua es introducida por un extremo del campo y fluye sobre la superficie en el sentido de la pendiente, infiltrando en el suelo a medida que el agua avanza sobre la superficie (Gurovich, 1999).

Características: La eficiencia del riego se refiere a la cantidad de agua que queda almacenada en la zona radicular, en relación con la cantidad total de agua que se usa. Cuando se riega, el agua puede alcanzar las siguientes zonas:

- Zona de raíces: el agua infiltra en el suelo y se almacena en la zona donde se encuentran las raíces del cultivo.

- Zona a mayor profundidad que la radicular: el agua infiltra en el suelo y llega a una profundidad donde ya no hay raíces y se conoce como percolación profunda. Esta normalmente va a alimentar napas subterráneas.
- Zonas ubicadas fuera del potrero a regar: es agua que no infiltra en el suelo. En general escurre superficialmente hacia zonas más bajas, formando pozones o inundando caminos.

De acuerdo a lo anterior, un riego eficiente es aquel en que la mayor cantidad de agua queda en la zona radicular. En el riego por gravedad, se obtiene eficiencias de conducción entre 60 al 85 % y aplicación entre el 40 al 60 %. Los métodos de riego superficiales requieren, por lo general, niveles de disponibilidad de agua muy superiores al riego presurizado. El riego por surcos requiere de, al menos, un caudal disponible de 10 litros/segundo, para asegurar un buen manejo de los sistemas de conducción y un área básica de riego (Gurovich, 1999).

Entre las técnicas de riego superficial más comúnmente usadas en la agricultura se encuentra el riego por surcos, durante el cual el agua es ingresada por la cota superior, desde una acequia o canal de abastecimiento, y fluye en sentido descendente de la pendiente, cubriendo todo el perímetro del surco, en forma de una lámina delgada de agua, lo que se denomina “frente de avance o de mojado”. El riego por surcos es frecuentemente usado en cultivos anuales y en algunos frutales, y viñas, establecidos en hileras paralelas siguiendo el sentido de la pendiente; en caso que la pendiente sea muy alta, las hileras son establecidas en ángulo con respecto a la máxima pendiente (Gurovich, 1999).

Riego por aspersión. Es un sistema de riego en el que el agua se aplica en forma de lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo de que se infiltre en el mismo punto donde cae. Para ello es necesaria una red de distribución que permita que el agua de riego llegue con presión suficiente a los elementos encargados de aplicar el agua, los aspersores o difusores (Gómez, 1975).

Este sistema de riego es considerado el más perfecto simulador de lluvia pero con una excepcional ventaja: el control de tiempo e intensidad con el que se puede aplicar sobre el cultivo. Este consta de un sistema de suministro de agua bajo presión a través de tuberías, normalmente de plástico. Existen tipos de riego con tuberías móviles, semimóviles y fijas, además de sistemas mecanizados

diseñados para grandes extensiones de cultivos donde las condiciones topográficas, cantidad y calidad del agua lo permiten.

Una gran variedad de aspersores han sido diseñados para funcionar a diversas presiones, distancias y tamaños que proporcionan variadas características de flujo y distribución del agua, adaptando el sistema de riego a una amplia gama de condiciones. Este riego ha sido puesto a prueba por varios países bajo condiciones adversas: Aguas de mala calidad, suelos de capacidad restringida, cultivos difíciles y agricultores novatos, arrojando siempre resultados de excelente calidad (Gómez, 1975).

Riego por Goteo. El goteo, es un sistema de riego de baja presión que funciona mediante gotas de agua que son transportadas directamente a las raíces de las plantas por medio de tubos plásticos, pasando por una serie de emisores calibrados (Fuentes, 1996).

Con el riego por goteo prácticamente no hay pérdidas por evaporación, también se utiliza menos agua para regar porque estará regando solo la zona de las raíces de las plantas, sin desperdiciar agua regando las malezas vecinas al mismo tiempo. En cierto sentido, el riego por goteo ayuda a maximizar el uso del agua, logrando más con menos agua, siendo un sistema no muy costoso y sencillo de instalar (Fuentes, 1996).

Permite una mejor utilización del agua, además de controlar a la perfección los fertilizantes a utilizar, así como suministrar la cantidad de agua exacta requerida por el cultivo en todo momento. Además, es posible automatizar todo el sistema, con lo cual se reducen los costos de mano de obra.

Componentes de instalación de un sistema de riego por goteo:

- **Cabezal de riego.** Comprende el conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes.
- **Red de distribución.** Conduce el agua desde el cabezal hasta las plantas (tuberías primarias y secundarias).
- **Mecanismos emisores de agua.** Son dispositivos encargados de aplicar el agua (goteros y tuberías emisoras), se pueden encontrar de bajo caudal (inferior a

16 Lt/hrs.) y emisores de alto caudal comprende difusores y micro aspersores (entre 16-200 Lr/hrs).

- **Dispositivos de control.** Son los elementos que permiten regular el funcionamiento en la instalación (contadores, manómetros, reguladores de presión o de caudal).
- **Sistema de filtrado.** Está constituido por el conjunto de tratamientos u operaciones que se hacen para limpiar el agua de partículas extrañas (mallas, depósitos de sedimentación, filtros porosos, depósitos de arena y grava, separadores centrífugos, desarenadores).
- **Equipo de fertilización:** Consiste en depósitos cilíndricos metálicos o plásticos, en cuyo interior se ponen los abonos para su disolución y posterior conexión a la red.

1.6.3 Elección de la Instalación de Riego. Para elegir la instalación de riego hay que tener en cuenta una serie de factores climáticos, agronómicos, técnicos, económicos y prácticos como:

Factores climáticos. El viento distorsiona el paso del agua de los aspersores. La magnitud de esa distorsión depende de la velocidad del viento (a mayor velocidad, mayor distorsión) y del tamaño de las gotas (a menor tamaño, menor distorsión). Para paliar los efectos distorsionadores de viento es aconsejable regar en las horas de viento menos intenso (generalmente de noche) si esto no es posible se instalarán aspersores de poco alcance y baja o mediana presión, para que no haya una excesiva pulverización.

Las temperaturas altas acentúan las pérdidas por evaporación, especialmente si la lluvia es muy pulverizada. Para paliar estos efectos negativos conviene utilizar aspersores de baja o mediana presión, con boquilla de mayor diámetro.

Factores agronómicos. Cuando la topografía del terreno es accidentada no es aconsejable utilizar aspersores de baja presión salvo que se utilicen ramales laterales muy cortos. Las pendientes fuertes favorecen la escorrentía por lo que se aconseja menor pluviometría que en terreno llano.

La pluviometría debe ser inferior a la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Las gotas gruesas provocan la compactación de determinados suelos con la

consiguiente disminución de la velocidad de infiltración, por lo que se aconseja una lluvia fina en aquellos suelos con malas condiciones de estabilidad.

El tipo de cultivo, su porte y su cobertura sobre el suelo condicionan al tipo de instalación. Algunos cultivos muy frágiles (flores, algunas plantas hortícolas) necesitan pluviometrías débiles, con gran pulverización y una excelente uniformidad de riego, lo cual exige poca separación entre los aspersores. En cultivos de porte alto (maíz, girasol) se aconseja el riego con pluviometrías medias o elevadas. En frutales se pueden utilizar aspersores colocados sobre porta aspersores altos (para regar por encima del follaje) o aspersores de ángulo bajo (para regar por debajo del follaje). En praderas se utilizan aspersores de gran alcance, con el fin de disminuir el costo. Son importantes en un sistema de riego los aforos que indiquen la cantidad de agua disponible para garantizar la sostenibilidad y los estudios de calidad y clasificación que permitan conocer el riesgo o no que se tenga en el uso de una determinada fuente de agua y que no perjudique a la planta o al suelo.

Factores técnicos. Cada aspersor está diseñado para funcionar dentro de un determinado rango de presiones. Si se le hace funcionar a mayor o menor presión de la debida el reparto del agua resulta poco uniforme. En general los marcos o espaciamentos pequeños (inferiores a 12 m) hacen un riego más uniforme y precisan de menores presiones; presentan los inconvenientes de un mayor costo de equipo y la necesidad de efectuar mayor número de traslados de tuberías en las instalaciones portátiles. Los marcos grandes (superiores a 24 m) presentan las ventajas e inconvenientes opuestos. Los marcos medianos (comprendidos entre 12 y 24 m) participan parcialmente de las ventajas de ambos.

En tubería superficial se suelen utilizar marcos de riegos múltiplos de 6 y 9 m (que son las longitudes de los tubos), mientras que en tubería enterrada se puede utilizar cualquier marco.

Factores económicos. El grado de cobertura de la red de riego viene condicionado por la inversión que el agricultor pueda realizar y por la disponibilidad de mano de obra. En sistemas semifijos de laterales móviles, o en sistemas fijos con colocación temporal de las tuberías sobre la superficie, la longitud de los laterales desde el punto de vista económico no debe sobrepasar de 200 m.

Los aspersores de baja presión requieren menor consumo de energía, pero en sistemas semifijos hay que hacer mayor número de cambios de postura, con el consiguiente aumento de mano de obra. En sistemas fijos se tenderá a instalar aspersores que trabajen a presiones comprendidas entre 2,5 y 3,5 Kg. /cm².

2. METODOLOGÍA

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

2.1.1 Descripción Ambiental del Departamento del Huila. El trabajo de investigación se realizó en el departamento del Huila que tiene una superficie de 19.890 km², limita por el norte con los departamentos del Tolima y Cundinamarca, por el este con Meta y Caquetá, por el sur con Caquetá y Cauca (franja de territorio en litigio) y por el oeste con Cauca y Tolima. Sus tierras se distribuyen en los pisos térmicos cálido (5.537 km²), templado (7.731 km²), frío (5.307 km²) y el piso bioclimático páramo (1.356 km²). El río Magdalena es el eje del sistema hidrográfico del Huila, donde confluyen los numerosos ríos y quebradas que nacen en las divisorias de las cordilleras (García, 2004).

2.1.2 Posición Espacial del Municipio de Pitalito

Latitud Norte.....01° 52' 03''

Longitud Oeste.....76° 03' 23''

Altura sobre el nivel mar.....1.318 mts

Temperatura media.....20.2 °C

Pitalito se encuentra ubicado al extremo sur del departamento del Huila a 185 Km. de distancia de Neiva. El área del municipio es de 666 Km² y limita por el norte con Salado Blanco y Elías, por el este con Acevedo y Timaná, por el sur con Palestina y el Departamento de Cauca y por el oeste con San Agustín e Isnos. La mayor parte del territorio es montañoso, pero también posee algunos terrenos planos entre ellos, los valles de los ríos Guachicos y Guarapas, y las tierras aledañas al río Magdalena (García, 2004)

2.1.3 Ubicación de la finca “El Limón”. La investigación se realizó en la finca “El Limón”, vereda “El Limón”, por la carretera que va del Batallón Magdalena a la población de Bruselas vía Mocoa en el Municipio de Pitalito, Departamento del Huila, propiedad del Señor Gilberto Vásquez Losada. La finca tiene una extensión de 125 has, de las cuales el 60% corresponde a media ladera y el 40% área plana.

La finca “El Limón” con vocación agrícola, forestal, ganadera y equina se encuentra a 6 Km del casco urbano, las vías de acceso cuentan con un 50% pavimentada y 50% carreteable. Además cuenta con servicios de energía, agua, distrito de riego y muy cerca una antena de telefonía celular.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1 Actividades realizadas

- **Determinación de caracteres agronómicos de interés en maíz *Zea mays* para selección de una variedad regional en el municipio de Pitalito (Huila).** En cultivos de maíz con material tradicional se inicio la recolección de datos referentes a la planta en general, visitando algunas de las fincas aledañas a la zona de evaluación del material tradicional. En él se entrevistó agricultores y campesinos acerca de cuáles eran para ellos las mejores características externas de una planta de maíz óptima y saludable, aprovechando la sabiduría y experiencia de estas personas entorno al cultivo. Mediante entrevistas personales se recopiló información que permitió definir las características más importantes para selección de plantas de acuerdo a criterios del agricultor (anexo A).
- **Selección del material tradicional de maíz.** Después de haber realizado las entrevistas con agricultores, campesinos y recopilar literatura referente al maíz se inicio el trabajo de campo teniendo como referente las características sugeridas por los agricultores: altura de mazorca, color y grosor de tallo, altura de planta, número de mazorcas y enraizamiento.

Se colectaron mazorcas de plantas que cumplieron con las características sugeridas por el agricultor, se cosechó la primera mazorca de cada planta y se tomaron 100 semillas por mazorca que estuvieron debidamente almacenadas en bolsas de papeles independientes y enumeradas. En total se seleccionaron 400 plantas. De cada bolsa se tomaron 20 semillas y se mezclaron uniformemente con un producto químico fungicida el cual evita el deterioro de la semilla en este caso de utilizó VITAVAX ® que se ve en la imagen de color violeta para formar el compuesto masal y finalmente tomar las semillas para siembra de campo (figura 1).

Figura 1. Selección y tratamiento de la semilla seleccionada de maíz para formar el compuesto masal

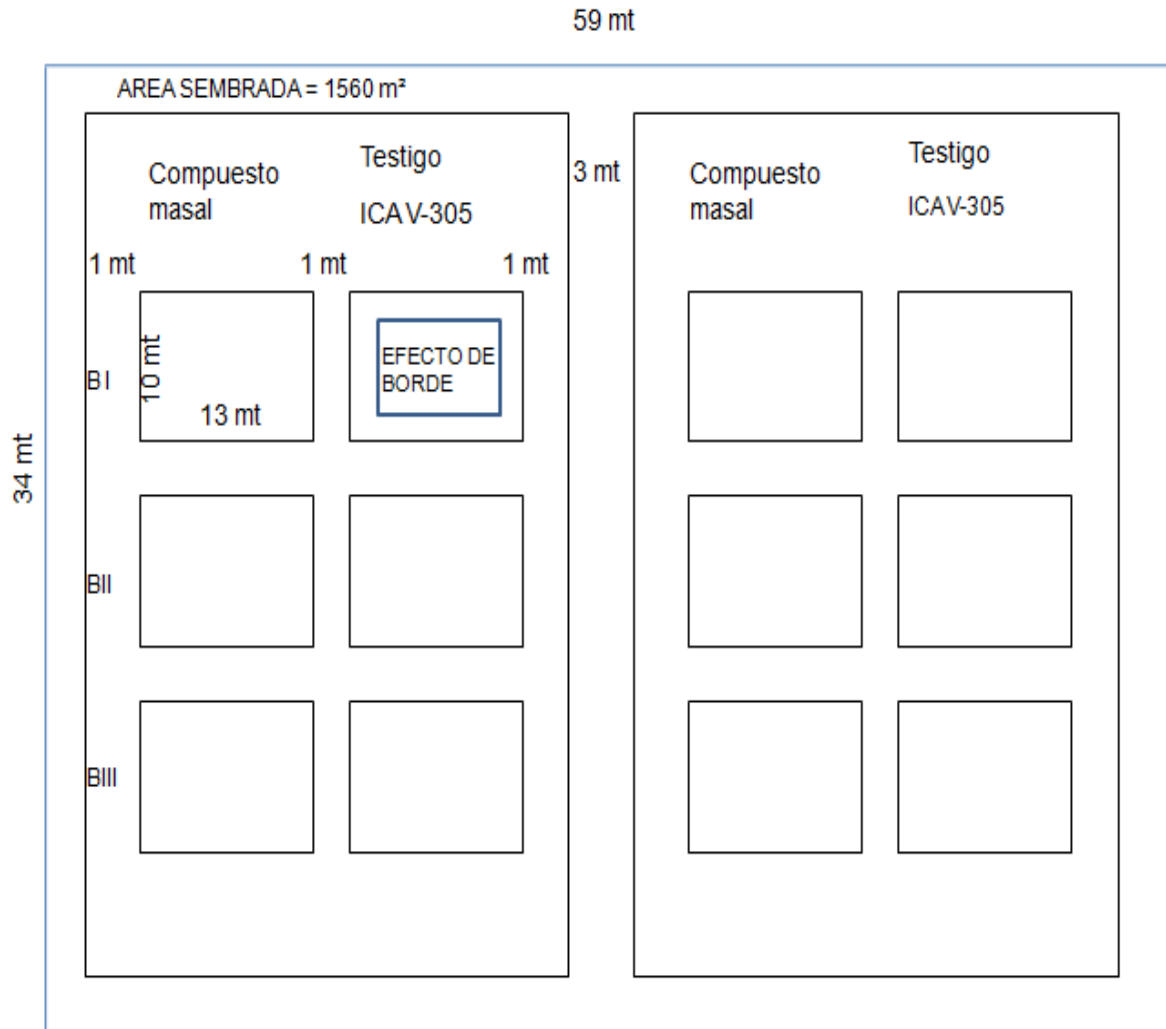


Fuente: Vásquez, 2007

- **Identificación y demarcación de lotes experimentales.** Para la ubicación del lote en la finca “El Limón” se tuvo en cuenta pendiente suave, para proporcionar un buen drenaje. El lote seleccionado venía de cosecha de frijol, con el objeto de minimizar posibles efectos patológicos que puedan afectar al maíz y dar un descanso al suelo usando rotación de cultivos. Otro factor importante que se tuvo en cuenta fue que estuviera alejado de otros cultivos de maíz para evitar la contaminación en polinización por otras variedades o híbridos. Se buscó también que estuviera cerca de la casa con el fin de poder vigilarlo constantemente y manejar las llaves de riego desde la vivienda.

Se utilizó como testigo la variedad de maíz ICA V-305 por ser la más común en la región debido a su rendimiento por hectárea (4.5 Ton/Ha), que sirvió como punto de referencia para el progreso en la selección y para evaluar la influencia del ambiente sobre la producción y el material tradicional con (4.8 Ton/Ha). Se empleó un diseño de bloques completos al azar con 6 repeticiones, como se muestra en las figuras 2 y 3 que se llevó al campo de la manera mostrada en el diseño con las medidas ahí establecidas, el experimento se condujo como ensayo de uniformidad y la heterogeneidad del suelo se asumió como relativamente similar.

Figura 2. Diseño de Bloques Completos al Azar en el campo para el ensayo de evaluación del compuesto masal.



Fuente: Vásquez, 2007.

En las siguientes imágenes se puede mostrar cómo se implementó de manera exacta en campo el diseño de bloque completo al azar, el cultivo para esta fecha tiene 20 días de sembrado y se puede notar por su color, sano y libre de enfermedades, además se puede identificar que las barreras son un cultivo de maíz de la misma variedad del compuesto masal en un estado más avanzado (espigando) que el del ensayo con el fin de evitar una polinización cruzada de otro material que puede alterar los datos tomados en campo.

Figura 3. Vista diseño del ensayo en la finca "El limón"



Fuente: Vásquez, 2007.

Para determinar qué proporción de las diferencias fenotípicas entre individuos se debieron al efecto ambiental y cuantas al componente genético, se hizo de manera indirecta a través de la estimación de los componentes de la variación fenotípica: Varianza fenotípica, varianza ambiental, varianza genética y media de la población original. Se calculó la heredabilidad para el carácter que tuvo la mayor varianza genética.

La cosecha se hizo individual para cada planta seleccionada en los bloques, se tuvo una intensidad de selección de 5%.

- **Preparación de suelos.** La finca "El Limón" cuenta con un suelo franco arenoso. La preparación se inició con un pasó de rastra con el tractor para aflojar el suelo y poder dar buen anclaje a la planta y por lo tanto optimizar la absorción de nutrientes sin voltear la capa vegetal que es la capa productiva, siendo este un trabajo especial en la conservación del suelo. Luego se utilizó un caballónador a un metro entre surcos y una altura de 15 cm. con el objeto de mantener la planta un poco más alta del nivel de suelo evitando encharcamiento y pudrición. Los suelos en la zona son ácidos, lo cual necesita una aplicación de cal viva con el fin de bajar un poco la acidez que se ve reflejado en la aparición de hojas amarillas en sus primeros días de vida, debilitando la planta creando susceptibilidad a plagas y enfermedades (figura 4).

Figura 4. Encalado y zanjado para el establecimiento del ensayo en campo.



Fuente: Vásquez, 2007.

- **Siembra y recolección de datos en campo.** La semilla proveniente del compuesto masal y el testigo se sembró a mano, con el fin de asegurar la germinación y distribución uniforme las cuales fueron sembradas a una distancia de 15 cm entre plantas y 1 m entre surcos. Como se muestra en la figura 5, se sembraron dos semillas/sitio y a los 15 días se raleó a 1 planta por sitio. La distancia de siembra es la comúnmente utilizada en la región.

Figura 5. Siembra manual (a chuzo) de maíz tanto el compuesto masal y/o material tradicional como el testigo ICA V-305 en campo.



Fuente: Vásquez, 2007.

Una vez sembradas las plantas se tomaron los siguientes datos en campo durante todo el ciclo vegetativo del maíz bajo condiciones de Pitalito (Huila) tanto para el compuesto masal o material tradicional como para el testigo: porcentaje de

germinación, días a emergencia, días a floración y días a cosecha como se muestra en la tabla 3.

- **Seguimiento y evaluación.** El maíz *Zea mays*, por ser una planta domesticada es muy susceptible a plagas y enfermedades requiriendo de todo el control y manejo durante el ciclo del cultivo y con una alta demanda de mano de obra, es altamente exigente en elementos mayores y menores principalmente en los primeros 45 días, en las fotografías tomadas en diferentes etapas el cultivo se muestra el maíz en buena condición, callejones limpios buen drenaje y excelente conformación de la plantas (figura 6).

Figura 6. Cultivo de maíz libre de enfermedades debido al buen manejo agronómico.



Fuente: Vásquez, 2007

Se realizó una marcación de las plantas que cumplían con las características deseadas, posteriormente fueron cosechadas, y a cada una de las plantas se le tomaron las medidas y se organizó la información recolectada (anexo B)

- **Recolección del material seleccionado en campo.** Después de la identificación y marcación de caracteres en las plantas seleccionadas, cuando el cultivo llegó a madurez fisiológica (figura 7), se procedió a la recolección manual del material tradicional y testigo ICA V- 305. Esta labor se hizo en cada bloque por separado para poder evaluar rendimientos por planta y realizar los análisis y cálculos necesarios para validar el programa de mejoramiento, además la cosecha fue por planta.

Se muestra en las imágenes un cultivo homogéneo en su madurez con mazorcas de buen tamaño, color amarillo oro en sus granos y lleno total

Figura 7. Cultivo de maíz en estado de madurez fisiológica y mazorcas cosechadas.



Fuente: Vásquez, 2007.

Para determinar qué proporción de las diferencias fenotípicas entre individuos se debieron al efecto ambiental y cuantas al componente genético en los caracteres definidos, se hizo de manera indirecta a través de la estimación de los componentes de variación fenotípica. Se evaluaron 246 plantas en el compuesto masal y 120 plantas en la variedad ICA V-305, que actuó como testigo (anexo C).

Para determinar la varianza genética, se estimó la varianza fenotípica de la población en el compuesto masal y en el testigo (ICA V-305) así:

F_i = valor fenotípico de cada planta
 m = media o promedio
 n = número de observaciones

$$\text{Varianza fenotípica} = \frac{\sum (F_i - m)^2}{n - 1}$$

Varianza fenotípica = Varianza genética + Varianza ambiental

A partir del testigo obtenemos la varianza ambiental, ya que como es una variedad genéticamente igual, la varianza genética es igual a cero, por lo tanto, varianza fenotípica = varianza ambiental (Vallejo, 2002).

Teniendo en cuenta que las condiciones de manejo fueron idénticas, que los lotes fueron adyacentes y se considero la heterogeneidad del suelo como relativamente homogénea se admitió que los dos tratamientos tienen la misma varianza ambiental (Vallejo, 2002).

Para conocer el progreso en la selección se estableció que proporción de las diferencias fenotípicas se debieron al genotipo, esta proporción se conoce como heredabilidad, esta variable se determino para los caracteres evaluados en el material tradicional.

- **Determinación del Sistema de Riego.** El sistema de riego veredal de la finca “El limón” dispone de las presiones mínimo 60 metros columna de agua (m.c.a) para garantizar el buen funcionamiento de los aspersores para el riego por aspersión, se encuentra ubicada al final del sistema de riego “Distrito de riego Holanda, Cabeceras, El Limón” construido en el año 1992 y terminado en el 2001. Se dispone de una red de distribución en PVC de diámetro de 8 pulgadas

En la región se presentan periodos de lluvias entre los meses de Abril, Mayo, Junio, Octubre y Noviembre con algunas intermitencias de periodos secos y periodos de sequía entre Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, por lo tanto se requiere la aplicación de riego complementario a lo largo del ciclo del cultivo.

Para seleccionar el método de riego se tuvo en cuenta la topografía del terreno, textura y estructura del suelo, disponibilidad de caudal de 2.5 litros por segundo y costo del agua, desarrollo tecnológico del método a utilizar y condiciones económicas del agricultor. Se selecciono el sistema de riego por aspersión semimóvil que disminuye los costos de inversión y se convierte en una herramienta de riego para cualquier otro cultivo que se desee implementar en la finca.

Además, existen dentro de la finca dos reservorios construidos en la parte alta de la zona destinada a los cultivos que se abastecen de aguas de escorrentía con bajos niveles de pérdidas por infiltración, los cuales pueden ser utilizados en el evento de un daño en el suministro del sistema de riego veredal para garantizar la continuidad en el sistema de riego complementario.

- **Implementación del sistema de riego.** Se hizo el levantamiento topográfico del lote por medio del sistema de G.P.S recorriendo el perímetro para obtener el plano del mismo y determinar el área la cual fue de 8.000 m². Como fuente se

tomó la derivación del sistema de riego veredal El Limón que aporta 2,5 litros por segundo.

• **Diseño Agronómico.** Se realizó en el lote de la finca donde se determinó lámina de riego, volumen, tiempo, frecuencia, teniendo en cuenta las propiedades físicas del suelo franco arenoso, apoyados en la Tabla 2, se determinó la capacidad de campo, punto de marchitez permanente y la densidad específica. Para el cálculo de los parámetros edafotécnicos del riego se utilizó las siguientes expresiones matemáticas.

L = lámina de agua (cm. o mm)

$L = (CC - PMP) \% \text{ agotamiento} * Da * Pr$ donde:

CC = capacidad de campo (%)

PMP = Punto de marchitez permanente (%)

$\% A$ = agotamiento (%)

Da = densidad aparente (gr / cm^3)

Pr = profundidad radicular (cm)

dw = densidad del agua (gr / cm^3)

V = volumen de riego (m^3)

$V = A * L$ donde:

A = área (m^2)

L = lamina de agua (mts)

E = eficiencia de riego

$E = \text{volumen de cabecera} / \% \text{ eficiencia}$

Tr = Tiempo de riego (hrs.)

$Tr = L * A / Q$ donde:

L = lámina de agua

A = área (m^2)

Q = caudal (Lts /sg)

IR = intervalo de riego (días)

IR = Lámina de agua aprovechable (cm) / Consumo diario (cm / día)

Utilizando la tabla de Propiedades físicas del suelo mencionada anteriormente y con textura franco arcillosa determinada mediante el estudio de suelos realizado al lote, se determinó los valores de Capacidad de campo $CC= 14\%$, punto de marchitez permanente $PMP= 6\%$ y densidad aparente o densidad específica $Da= 1.5 \text{ gr/cm}$.

Se asumió un porcentaje de agotamiento del 40%. La profundidad radicular del maíz para este caso fue de 200 mm.

La eficiencia de riego para este sistema por aspersión se consideró del 75%.

Mediante la tabla de rendimiento suministrada por “aspercol” (anexo D) se seleccionó un aspersor modelo 301, el cual para una presión de servicio de 60 PSI disponible en el lote produce una descarga de 6.30 galones por minuto (GPM) Teniendo en cuenta cada una de las formulas desarrolladas anteriormente se remplazaron los valores obtenidos y los resultados se presentan en la tabla 5.

Con la información consignada en la tabla 5, se efectuaron los diferentes turnos de riego, ajustando el balance hídrico para cada sesión.

• **Diseño Hidráulico.** Se utilizó el método de Fuentes (1996) para el diseño de tuberías de riego por aspersión mediante la expresión:

$h = 1.1 \times J \times F \times L$, Donde:

h = pérdida de carga del sistema en (metros columna de agua m.c.a)

J = pérdida de carga unitaria (m /100 m) (anexo E)

F = factor que depende del número de salidas y distancias entre aspersores (adimensional) (anexo F)

L = longitud de tuberías (m)

Este resultado se compara las pérdidas de carga máximas admisible del sistema expresado por

$h_{\text{max adm}} = 1.2 \times P_w$, Donde:

$h_{\text{max adm}}$ = máximas pérdidas de carga admitidas por el sistema (m.c.a.)

P_w = presión de trabajo del aspersor (m.c.a.), Dato del fabricante

Para el diseño hidráulico se aplica tanto para líneas laterales como para líneas principales.

Tabla 2. Propiedades físicas del suelo

TEXTURA DEL SUELO	Filtración y permeabilidad	Porosidad total	Densidad específica	Capacidad de campo	Punto de marchites permanente	Unidad utilizable total		
						Peso seco	volumen	
	(cm / Hr)	(%)	(gr / cm)	(% Hg)	(% Hg)	(%Hg)	(% Hv)	(cm / m)
ARENOS	5	38	1,65	9	4	5	8	8
	(2,5 -25,5)	(32-42)	(1,55-1,8)	(6-12)	(2-6)	(4-6)	(6-10)	(7-10)
FRANCO ARENOSO	2,5	43	1,5	14	6	8	12	12
	(1,3 -7,6)	(40-47)	(1,4-1,60)	(10-18)	(4-8)	(6-10)	(9-15)	(9-15)
FRANCO	1,3	47	1,4	22	10	12	17	17
	(0,8 -2,0)	(43-49)	(1,35-1,5)	(18-26)	(8-12)	(10-14)	(14-20)	(14-19)
FRANCO ARCILLOSO	0,8	49	1,35	27	13	14	19	19
	(0,25-1,5)	(47-51)	(1,3-1,4)	(23-31)	(11-15)	(12-16)	(16-22)	(17-22)
ARCILLO ARENOSO	0,25	51	1,3	31	15	16	21	23
	(003-05)	(49-53)	1,25-1,35)	(27-35)	(13-17)	(14-18)	(18-23)	(18-23)
ARCILLOSO	0,03	53	1,25	35	17	18	23	23
	(001-01)	(51-55)	(1,20-1,30)	(31-39)	(15-19)	(16-20)	(20-25)	(20-25)

Fuente: Grassy, 2002

Se realizó el diseño hidráulico para laterales y principales, siguiendo la metodología de Fuentes, (1996).

Teniendo el área de implementación para el sistema de riego por aspersión se utilizó el software llamado AUTO CAD 2007 para distribuir de manera efectiva el número de los aspersores: Para un área de 8.000 m² se necesitaron 23 aspersores modelo 301 de círculo completo con diámetro de cobertura entre 21 y 37 mts, con diseños de tuberías principales y laterales. Se utilizó un marco de riego en cuadrado para lo cual la distancia entre aspersores (d_a) es igual a la distancia entre laterales (d_l). Cada una de estas es $r\sqrt{2}$; adoptando un aspersor con radio 10.5 mts (anexo G).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DETERMINACIÓN DE CARACTERES AGRONÓMICOS DE INTERÉS EN MAÍZ (*Zea mays*) PARA SELECCIÓN DE UNA VARIEDAD REGIONAL EN EL MUNICIPIO DE PITALITO (HUILA)

3.1.1 Selección del material tradicional de maíz. Se definieron 5 características de interés agronómico y se seleccionaron 300 plantas con las siguientes características:

- Altura de Mazorca. Se seleccionaron las plantas que tenían una altura de mazorca entre 1.20 y 1.40 cm.
- Color y grosor del tallo. Se seleccionaron plantas color verde esmeralda a lo largo del tallo, además que fuera fuerte y grueso.
- Altura de la planta. Plantas con máximo 2 m de altura, hojas bien desarrolladas, sanas y de color verde intenso.
- Número de mazorcas. Se seleccionaron plantas con 1 o 2 mazorcas, eligiendo la primera mazorca, teniendo en cuenta su tamaño y en general las características deseables de la planta.
- Enraizamiento. Se seleccionaron plantas con raíces adventicias, gruesas y abundantes, por ser excelente característica de anclaje para evitar volcamiento en terrenos con pendientes pronunciadas.

Tabla 3. Variables evaluadas en el ensayo para calidad de semilla y ciclo del cultivo

MASAL (780 mt2)	% de Germinación	Días a Emergencia	Días a Floración	Días a Cosecha
BLOQUE 1	95	5	64	153
BLOQUE 2	90	5	64	153
BLOQUE 3	90	5	64	153
BLOQUE 4	98	5	65	153
BLOQUE 5	98	4	64	154
BLOQUE 6	98	4	65	154
TESTIGO(780mt2)				
BLOQUE 1	98	4	60	152
BLOQUE 2	90	5	62	152
BLOQUE 3	90	5	60	152
BLOQUE 4	96	4	62	153
BLOQUE 5	96	5	62	153
BLOQUE 6	96	5	62	153

Fuente: Vásquez, 2007.

Los resultados que se relacionan en la Tabla 4, muestran que el carácter con mayor heredabilidad es altura de planta (95%) ya que la varianza genética es 20 veces mayor que la varianza ambiental, los otros tres caracteres, tuvieron varianzas ambientales muy superiores a la varianza genética, es decir que las diferencias en estos caracteres entre las plantas son resultado del efecto ambiental, mientras que las diferencias en altura de planta se deben al componente genético. Sin embargo, se recomienda hacer modificaciones en la densidad de siembra y en el manejo del cultivo, para hacer selección de plantas con la altura deseada que está muy cercana al promedio de la población en general, ya que a pesar de ser el carácter con mayor heredabilidad la ganancia no es significativa.

Lo anterior es debido a que la distancia de siembra que se utilizó en campo fue de 15 cm., distancia comúnmente utilizada en Pitalito – Huila, lo cual se considera no es conveniente ya que las plantas de maíz entran en competencia por luz y esto hace que aumenten su altura. En condiciones de campo y de cultivo se recomienda una distancia de siembra de 30 cm. entre plantas para un óptimo desarrollo, también es importante realizar el raleo, lo cual permite seleccionar la mejor planta para dejar en campo.

Es importante aclarar que al momento de evaluar las características de interés agronómico color de tallo y enraizamiento, que son caracteres cualitativos, sólo fue necesario en el momento de la selección ya que en el campo de evaluación las plantas fueron homogéneas para estos caracteres

Teniendo en cuentas las características de interés al momento de evaluar el color de tallo y el enraizamiento se asumió como un carácter cualitativo, en campo las características fueron muy homogéneas sin embargo al momento de la selección se tuvo cuidado en escoger las plantas que cumplieran las características agronómicas de interés.

Tabla 4. Promedios de varianzas genotípicas para obtener la heredabilidad de los caracteres evaluados en maíz tradicional para selección

	Varianza Fenotípica	Varianza Genotípica	Varianza Ambiental	Heredabilidad	Media Inicial	Media de Selección	Ganancia Genética	Δg %	Diferencial de selección
	$\sqrt{F^2} = \sqrt{\sum(F_i - m)^2 / n - 1}$	$\sqrt{G^2} = \sqrt{F^2 - E^2}$		$h^2 = (\sqrt{G^2} / \sqrt{F^2}) * 100$	Fo	Fs	$\Delta g = ds * h^2$		$ds = (Fs - Fo)$
Altura de planta	0,041	0,039	0,002	95,11	1,883	1,873	-0,951	-	-0,010
Altura de mazorca	0,008	-0,232	0,240	-2976,92	1,323				
Grosor y color de tallo	0,149	0,009	0,140	6,23	3,450				
Número de mazorcas/planta	0,179	-0,017	0,197	-17,96	1,763				

Fuente: Vásquez, 2007

Teniendo en cuenta que la variedad está adaptada a la región y que no se presentan aun las plagas y enfermedades que ocasionan daño económico, es recomendable hacer una buena y apropiada selección de semilla, se nota que hay variabilidad en tamaño y que el tamaño típico de la semilla se ha ido degenerando por falta de selección del agricultor. Además, teniendo en cuenta lo observado valdría la pena no solo obtener semilla de la primera mazorca, sino también incluir de la segunda, se pudo notar en el ensayo, que las características de la semilla en la segunda mazorca son en la mayoría de los casos más uniformes y de mejor calidad fenotípica que en la primera, adicionalmente tiene mejor llenado de grano la segunda mazorca.

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

Se realizaron los cálculos de los diseños agronómicos e hidráulicos, se llevaron a campo, para iniciar el funcionamiento de riego suplementario por el método de aspersión en el cultivo de maíz, en la tabla 5 se muestra los resultados obtenidos de sustituir los valores en cada una de las formulas.

Tabla 5. Diseño agronómico

PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR
Lámina $L = \frac{(CC - PMP)\% \text{ agota} \times da \times Pr}{dw}$	mm	9.60
Volumen de Riego en el cultivo $V = A \times L$	m ³	76.8
Volumen en la cabecera $Vc = \text{vol. Cultivo} / \text{Eficiencia de Riego}$	m ³	102.4
Tiempo de Riego $Tr = L \times A / Q$	Horas	2.19
Evapotranspiración $Etp = [1.2 \times 10n (1 - 0.01 \times HR)] + 0.21 Ta - 2.3$	mm	2.0861
IR = intervalo de riego $IR = \text{Lámina de agua aprovechable} / \text{Consumo diario}$	Días	
Fase inicial		0.730
Fase media		2.346
Fase final		0.990

Fuente: Vásquez, 2007

Tabla 6. Diseño de laterales

$$h = 1.1 \cdot J \cdot F \cdot L$$

Lateral	L= longitud	Factor x=s	(Q) CAUDAL m/ hrs	(Ø) DIAMETRO	J	h	Máximo Admisible	CUMPLE
							0.20 * 60 m.c.a = 12 m.c.a	
1	18.2	0.639	2.88	1 ¼	0.00687	0.087	12	SI
2	54.6	0.535	4.32	1 ¼	0.00934	0.30	12	SI
3	54.6	0.535	4.32	1 ¼	0.00934	0.30	12	SI
4	54.6	0.535	4.32	1 ¼	0.00934	0.30	12	SI
5	54.6	0.486	5.76	1 ¼	0.028	0.81	12	SI
6	54.6	0.486	5.76	1 ¼	0.028	0.81	12	SI
7	59.7	0.486	5.76	1 ¼	0.028	0.81	12	SI

Fuente: Vásquez, 2007

Observación:

Máximo admisible 12 m. c. a > 0.087 el Ø 1 ¼ OK

Como h máximo admisible es mayor a (h) entonces los diámetros asumidos son los adecuados.

La tubería a utilizar para todos los laterales será PVC a presión RDE 21 diámetro 1 ¼ de pulgada en la cual se adaptaran los respectivos hidrantes con una distancia de separación de 18.2 mts (r√2 con r=13 m) para los diferentes turnos de riego.

Tabla 7. Diseño de tubería principal

$h = 1.1. * J * F * L$								
Principal	L= longitud	Factor x=s	(Q) CAUDAL m/ hrs	(Ø) DIAMETRO	J	h	Máximo Admisible	CUMPLE
							0.20 * 60 m.c.a = 12 m.c.a	
1	67.6	0.425	32.85	2"	0.38	12	12	SI

Fuente: Vásquez, 2007

Observación:

Como h máximo admisible es igual a (h) entonces los diámetros asumidos son los adecuados.

Máximo admisible 12 m. c. a \geq 12 el Ø 2" OK

3.2.3 Referencias de tuberías y aspersores

Al finalizar los cálculos de medidas y unidades se procedieron a elegir las cantidades del material más adecuado para el sistema de riego (tabla 8), de esta forma se consiguieron y se llevaron al lote para instalarlos e iniciar el funcionamiento (figura 8)

Tabla 8. Materiales utilizados para el sistema de riego

DETALLE	CANTIDAD
Tee 1¼ * 1¼	8
Buje 1¼ a ½	8
ML Tubería PVC riego 1 ¼ RDE 21	350 mts
ML Tubería PVC riego 2"RDE 21	74 mts
Aspersores 301rosca macho ¾"	23
Llave de paso 1½	1
Adaptador macho 1½	2
Tee 1½	23
Níples	23
Hidrantes	23
Bayonetas	14

Fuente: Vásquez, 2007

De esta forma se inició la implementación de un sistema de riego por aspersión para un riego pre siembra en el lote del ensayo.

Figura 8. Instalación del sistema de riego por aspersión.



Fuente: Vásquez, 2007

Para la elección del aspersor se tuvo en cuenta el modelo 301, tomado de aspersores de Colombia Ltda. Con las tablas de rendimiento correspondiente.

Figura 9. Aspersor golondrina modelo 301.



- Círculo completo
- Rosca macho $\frac{3}{4}$ " diámetro -14 NPT
- Diámetro de cobertura entre 25 y 37 mts.

- Descarga entre 3 y 16 GPM, dependiendo de las boquillas y la presión.

Fuente: Aspercol, 2007

Teniendo en cuenta que la finca "El Limón" se destinó a la obtención de semilla, la implementación del sistema de riego por aspersión se adecuó en un lote de 0.8 hectáreas con el fin de ser utilizado en el sitio que se requiera. Debido a la presencia de frecuentes lluvias en la realización del ensayo el lote no necesitó riego permanente por ello se tomó la decisión de escoger un lote diferente y así cumplir con el objetivo del trabajo que era implementar un sistema de riego por aspersión semi-móvil para el cultivo de maíz con las características de la finca "El Limón".

4. CONCLUSIONES

De todos los caracteres utilizados y evaluados para la selección (altura de mazorca, enraizamiento, altura de la planta, número de mazorcas por planta) solo altura de planta tuvo alta heredabilidad (95%), los demás tienen alto efecto ambiental la heredabilidad no superó el 30%.

La ganancia genética para altura de planta no fue representativa (-0.01 cm/planta), lo que indica que no se justifica seguir con más ciclos de selección para el programa de mejoramiento, se sugiere enfocar el mejoramiento hacia condiciones ambientales con respecto a manejo del cultivo y realizar para cada siembra selección de semilla por tamaño y calidad de llenado.

La variedad tradicional que tiene 20 años usándose en la zona según los resultados de esta investigación, no ha sufrido variación genética, el problema de variación en tamaño de semilla y calidad de grano se debe a que no se hace selección de semilla uniforme y a las condiciones de manejo del cultivo, por lo que se sugiere siempre seleccionar la semilla típica para la siembra, de tal forma que se mantenga la calidad de la planta, del cultivo, la producción y el grano.

El sistema de riego por aspersión semi-móvil quedó instalado en el lote de siembra, funcionó para el riego pre siembra y debido al alto régimen pluviométrico del momento, se utilizó las tres primeras semanas y luego se suspendió.

5. RECOMENDACIONES

Para el cultivo de maíz en la zona sur del Huila exactamente Pitalito, el calendario que manejan los cultivadores esta acertado, siendo un factor importante en rendimiento, pero en épocas de sequía se recomienda el riego por aspersión para de esta forma tener en el año dos (2) cosechas.

Se recomienda hacer selección de semilla para la región a partir de los materiales seleccionados en este trabajo, que ha permitido homogenizar altura de planta, altura de mazorca, color y grosor de tallo, numero de mazorcas por planta y enraizamiento y mantener los mismos criterios de selección.

Se sugiere buscar siempre semilla fresca y adaptada a la zona con alta variabilidad genética, pero fenotípicamente uniforme para hacer selección y garantizar la semilla del siguiente ciclo.

Es importante manejar una distancia de siembra adecuada, para que las plantas no presenten competencia por luz, ya que son muy altas y producen mucho follaje lo que reduce la polinización y el llenado de la mazorca, disminuyendo el rendimiento.

Revisar los datos pluviométricos y balances hídricos en la zona, para la utilización del sistema de riego por aspersión en el primer ciclo (1 mes) del cultivo de maíz.

BIBLIOGRAFÍA

AGROPANORAMA. Producción mundial de maíz 2008/09. [en línea]. Buenos Aires (Argentina). AGROPANORAMA. Diciembre, 2008. [citado el 7 de mayo de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.agropanorama.com/news/Produccion-Mundial-de-Maiz.htm,agropanorama.com,Lavalleja>>

ALDRITCH, S.R; SCOTT, W.O y LENG, E.R. Modern corn production. [en línea]. 2 ed. Illinois (USA). FAO. 1975. [citado en 20 agosto de 2007]. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/X7650S/x7650s02.htm

ASPERCOL LTDA. Línea agrícola - Aspersores. [en línea]. Bogotá. ASPERCOL. Enero, 2007. [citado en 22 agosto de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.empresario.com.co/aspercol>.

AVELLA, A. El riego en el cultivo de maíz. En: Seminario sobre el cultivo de maíz (s.l: Neiva, Huila). Memorias. Neiva: Produmedios, 1989. p. 68-79.

BERNAL, D. Colombia y Venezuela en la historia del maíz. En: Agricultura Tropical. 1992. vol. 29, no. 2, p. 100-125.

CASTAÑEDA, P. El maíz y su cultivo. 1 ed. México D.F.: A.G.T, 1990. 34-36. ISBN: 968-463-052-2.

DEPARTAMENTO ECONÓMICO DE FENALCE. Siembra producción y comercialización. El Frijol, producto básico y estratégico para los colombianos. En: El cerealista. Enero, 2008. no. 84, p. 10-29.

INFOAGRO. El cultivo de maíz; exigencias edafoclimáticas. [en línea]. Bogotá (Colombia). INFOAGRO. s.f. [citado en 13 marzo de 2008]. Disponible en Internet: <<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp#5.1.1.%20PLUVIOMETRÍA%20Y%20RI>>

ESPINOSA, S. y REVUELTAS, F. Estudio fisiológico de la relación fuente-demanda en el crecimiento y desarrollo de seis genotipos de maíz (*Zea mays*) en

el valle del Sinú medio. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Montería: Universidad de Córdoba. Facultad de Ingeniería Agronómica, 1992. p. 75.

FISCHER, K.S.; EDMEADES, G.O. y JOHNSON, E.C. Recurrent selection for reduced tassel branch number and reduced leaf area density above the ear in tropical maize populations. [en línea]. Roma. FAO. 2001. [citado en 22 abril 2007]. Disponible en Internet: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/X7650S/x7650s02.htm

FUENTES, J.L. Curso de riegos para regantes. 2 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. p. 31-123.

GARCIA, A. División Político-Administrativa de Colombia, departamento del Huila. [en línea]. Huila (Colombia). s.n. 2004-04-23. [citado en 20 Junio 2006]. Disponible en Internet: <http://www.finagro.com.co/Colombia/departamento.asp?IDDepartamento=04&tema=08>.

GOMEZ, P. Riego a presión, aspersion y goteo. 1 ed. Barcelona (España): GERSA, 1975. p. 14-23.

GUROVICH, L. Riego superficial tecnificado. 2 ed. Bogotá: ALFAOMEGA, 1999. p. 273-276.

LARIOS, A. Manejo Agro fisiológico del Maíz. En: Seminario sobre el cultivo del maíz (s.l: Neiva, Huila). Memorias. Neiva: 1997. 14 p. Documento de trabajo sin imprimir.

LLANOS COMPANYY. El maíz su cultivo y aprovechamiento. 1 Ed. Madrid (España): Mundiprensa, 1984. 318 p.

OSPINA, J.G. Tecnología del cultivo del maíz. Bogotá D.C.: FNC, 1999. 335 p.

PALIWAL, R.L. Introducción al maíz y su importancia, deposito de documentos de la FAO - Departamento de agricultura. [en línea]. Milán (Italia). FAO. 2001-07-

26. [citado en 20 Agosto de 2007]. Disponible en Internet: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/X7650S/x7650s02.htm.

PALIWAL, R.L. Morfología del maíz, deposito de documentos de la FAO - Departamento de agricultura. [en línea]. Milán (Italia). FAO. 2001-07-26. [citado en 20 Agosto de 2007]. Disponible en Internet: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/X7650S/x7650s02.htm.

PRONATTA, Proyecto Envoga. Estrategia para el fortalecimiento de la pequeña producción en el departamento del Huila, Nodo agrario del Huila. Documento de trabajo de Alcaldía de Pitalito. Informe técnico. 2007.

QUINTERO, L. La producción y comercialización de granos y algodón en Colombia. . Bogotá D.C.: BNA, 1999.

RAMOS, R. y SANTOS, M. Estudio de la relación fuente-demanda fisiológica en maíz (*Zea mays*), participando de la raíz y el tallo en el rendimiento, desarrollo de la planta y producción de granos. Bogotá: Planeta, 1995. Informe técnico. 139 p.

ROBERT, L. Razas de maíz en Colombia. En: Grupo semillas. Diciembre, 1957. vol. 2. p.10.

SALGAR, L.M. El cultivo de maíz en Colombia. [en línea]. s.l. Grupo semillas. Marzo, 2005. [citado en 17 diciembre de 2006]. Disponible en Internet: <http://www.semillas.org.co/articulos.htm?x=460667&cmd%5d=c-1-22>

TORREGROSA, M. Razas de maíz en la Costa Atlántica colombiana. [en línea]. Medellín (Colombia). GRUPO SEMILLAS. Marzo, 1957. [citado en 17 diciembre 2006]. Disponible en Internet: <http://www.semillas.org.co/articulos.htm?x=460667&cmd%5d=c-1-22>

VALLEJO, F.A. y ESTRADA, E.I. Mejoramiento genético de plantas. Cali: Universidad Nacional de Palmira, 2002. p.402.

VARGAS, J. Cuanto, cuando, y como regar el cultivo del maíz. En: seminario sobre el cultivo del maíz (s.l: Neiva, Huila). Memorias. Bogotá D.C.: Fenalce, 1997. p. 15.

VIOLIC, A.D. Manejo Integrado de cultivos, deposito documento de la FAO. [en línea]. s.l. FAO. 2007. [citado en 3 septiembre 2007]. Disponible en Internet: <<http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s22.htm>>.

VÁSQUEZ, G. Productor, Pitalito, Huila, observaciones inéditas. 2007, 2008, 2009.

ANEXOS

Anexo A. Entrevistas a agricultores para definir características de interés agronómico en la selección.

¿CUANTA ÁREA SIEMBRA SEMESTRAL DE MAÍZ?

1. Entre 6 y 8 has, sacado solo una cosecha al año para hacer rotación
2. Siembro 3 a 4 has, tratando de sacar 2 ciclos al año, si el clima es favorable
3. Tengo sembrado casi 1 ha, y saco una cosecha por año
4. Siembro media hectárea, una vez en el año
5. Siembro aproximadamente 6 ha, sacando un ciclo al año

¿SIEMBRA VARIEDADES O HÍBRIDOS Y CUALES?

1. Siembro variedades y pruebo híbridos. V-305 , V-355
2. Me inclino por los híbridos
3. Creo que es una variedad, no estoy seguro
4. Me gustan las variedades aunque son difíciles de conseguir
5. He sembrado híbridos pero me gustan más las variedades (v-305)

¿SIEMBRA DE FORMA TRADICIONAL O TECNIFICADO?

1. Trabajo de forma asociada, buscando disminuir costos e incluir algo de tecnología
2. Tecnificado en cuanto mas este a mi alcance
3. Tradicional, pues no tengo maquinaria ni nada tecnificado, todo a mano
4. Muy tradicional por el tamaño de mi cultivo, se poco de tecnología
5. Utilizo maquinaria siempre que el terreno lo permita

¿CÓMO SE ABASTECE DE SEMILLA?

1. Realizo selección y obtengo mi propia semilla
2. Las adquiero por medio de empresas productoras de semilla.
3. La compro en el almacén agropecuario
4. La consigo con los vecinos que también cultivan
5. La obtengo de amigos o en el almacén de insumos

¿QUÉ CARACTERÍSTICAS TIENE UNA PLANTA DE MAÍZ IDEAL?

1. Raíces aéreas abundantes, tallo grueso y color verde esmeralda
 2. La planta no muy alta igual que la altura de la mazorca, hojas bien distribuidas y color verde brillante
 3. Que tenga una mazorca bien llena y grande, y que la planta sana
 4. Una planta grande, buena mazorca, hojas sanas
 5. Libre de enfermedades, mazorca grande y un tallo fuerte
-

Anexo B. Datos crudos recolectados en campo de compuesto masal y testigo

MASAL		ALTURA DE PLANTA			ALTURA MAZORCA			GROSOR TALLO			NUM MAZORCA/PL			
	PLANTA	PLANTA/cm	Fi - m	(Fi -m)²	MAZORCA/cm	Fi-m	(Fi-m)²	TALLO/cm	Fi-m	(fi-m)²	MAZORCA/PL	Fi -m	(Fi-m)²	
BLOQUES REPETICIÓN		1	1,80	-0,10	0,011	1,30	0,0	0,0	3,50	0,0	0,0	2	0,27	0,07
B 1	R1	2	1,82	-0,08	0,007	1,40	0,1	0,0	3,70	0,2	0,1	2	0,27	0,07
		3	1,95	0,05	0,002	1,20	-0,1	0,0	3,80	0,3	0,1	2	0,27	0,07
		4	1,90	-0,00	0,000	1,25	-0,1	0,0	3,80	0,3	0,1	1	-0,73	0,54
		5	1,85	-0,05	0,003	1,35	0,0	0,0	3,50	0,0	0,0	2	0,27	0,07
		6	1,90	-0,00	0,000	1,33	0,0	0,0	3,20	-0,3	0,1	1	-0,73	0,54
		7	1,75	-0,15	0,023	1,25	-0,1	0,0	3,40	-0,1	0,0	2	0,27	0,07
		8	1,98	0,08	0,006	1,00	-0,3	0,1	3,50	0,0	0,0	1	-0,73	0,54
		9	1,90	-0,00	0,000	1,42	0,1	0,0	4,00	0,5	0,3	2	0,27	0,07
		10	1,75	-0,15	0,023	1,30	0,0	0,0	3,10	-0,4	0,1	2	0,27	0,07
		11	2,00	0,10	0,009	1,41	0,1	0,0	4,10	0,6	0,4	2	0,27	0,07
		12	1,89	-0,01	0,000	1,38	0,0	0,0	3,00	-0,5	0,2	2	0,27	0,07
		13	1,95	0,05	0,002	1,42	0,1	0,0	3,60	0,1	0,0	2	0,27	0,07
		14	1,80	-0,10	0,011	1,40	0,1	0,0	3,40	-0,1	0,0	2	0,27	0,07
		15	1,85	-0,05	0,003	1,40	0,1	0,0	3,40	-0,1	0,0	2	0,27	0,07
		16	1,98	0,08	0,006	1,42	0,1	0,0	3,50	0,0	0,0	1	-0,73	0,54
		17	1,78	-0,12	0,015	1,34	0,0	0,0	3,10	-0,4	0,1	2	0,27	0,07
		18	1,89	-0,01	0,000	1,40	0,1	0,0	3,80	0,3	0,1	1	-0,73	0,54
		19	1,86	-0,04	0,002	1,27	-0,1	0,0	3,30	-0,2	0,0	2	0,27	0,07
		20	1,82	-0,08	0,007	1,31	0,0	0,0	3,40	-0,1	0,0	2	0,27	0,07
		21	1,84	-0,01	0,000	1,35	0,0	0,0	3,50	0,0	0,0	2	0,27	0,07
		22	1,89	-0,01	0,000	1,32	0,0	0,0	3,20	-0,3	0,1	2	0,27	0,07
		23	1,90	-0,00	0,000	1,47	0,1	0,0	3,00	-0,5	0,2	2	0,27	0,07
		24	2,10	0,20	0,039	1,50	0,2	0,0	3,20	-0,3	0,1	2	0,27	0,07
		25	1,75	-0,15	0,023	1,32	0,0	0,0	2,70	-0,8	0,6	2	0,27	0,07
		26	1,80	-0,10	0,011	1,25	-0,1	0,0	3,70	0,2	0,1	2	0,27	0,07
		27	2,20	0,30	0,088	1,51	0,2	0,0	3,90	0,4	0,2	1	-0,73	0,54

R4

28	1,85	-0,05	0,003	1,43	0,1	0,0	2,60	-0,9	0,7	2	0,27	0,07
29	1,79	-0,11	0,013	1,38	0,0	0,0	2,80	-0,7	0,4	2	0,27	0,07
30	1,92	0,02	0,000	1,40	0,1	0,0	3,40	-0,1	0,0	1	-0,73	0,54
31	1,97	0,07	0,004	1,43	0,1	0,0	3,40	-0,1	0,0	1	-0,73	0,54
32	1,78	-0,12	0,015	1,36	0,0	0,0	3,20	-0,3	0,1	1	-0,73	0,54
33	1,80	-0,10	0,011	1,40	0,1	0,0	3,10	-0,4	0,1	2	0,27	0,07
34	1,83	-0,07	0,005	1,41	0,1	0,0	2,70	-0,8	0,6	1	-0,73	0,54
100	1,85	-0,05	0,003	1,40	0,1	0,0	3,60	0,1	0,0	2	0,27	0,07
101	1,80	-0,10	0,011	1,35	0,0	0,0	3,60	0,1	0,0	2	0,27	0,07
102	1,98	0,08	0,006	1,35	0,0	0,0	4,10	0,6	0,4	1	-0,73	0,54
103	1,75	-0,15	0,023	1,35	0,0	0,0	3,60	0,1	0,0	2	0,27	0,07
104	1,90	-0,00	0,000	1,37	0,0	0,0	3,50	0,0	0,0	2	0,27	0,07
105	1,97	0,07	0,004	1,37	0,0	0,0	3,40	-0,1	0,0	1	-0,73	0,54
106	1,97	0,07	0,004	1,37	0,0	0,0	3,50	0,0	0,0	2	0,27	0,07
107	2,07	0,17	0,028	1,24	-0,1	0,0	4,30	0,8	0,7	2	0,27	0,07
108	1,95	0,05	0,002	1,31	0,0	0,0	3,20	-0,3	0,1	2	0,27	0,07
109	2,30	0,40	0,157	1,27	-0,1	0,0	3,70	0,2	0,1	1	-0,73	0,54
110	1,97	0,07	0,004	1,33	0,0	0,0	3,50	0,0	0,0	2	0,27	0,07
111	1,83	-0,07	0,005	1,31	0,0	0,0	3,10	-0,4	0,1	2	0,27	0,07
112	1,85	-0,05	0,003	1,28	-0,1	0,0	3,00	-0,5	0,2	2	0,27	0,07
113	2,15	0,25	0,061	1,32	0,0	0,0	3,80	0,3	0,1	1	-0,73	0,54
114	1,87	-0,03	0,001	1,27	-0,1	0,0	3,50	0,0	0,0	2	0,27	0,07
115	1,85	-0,05	0,003	1,26	-0,1	0,0	3,60	0,1	0,0	1	-0,73	0,54
116	1,85	-0,05	0,003	1,27	-0,1	0,0	4,10	0,6	0,4	2	0,27	0,07
117	1,85	-0,05	0,003	1,31	0,0	0,0	4,00	0,5	0,3	2	0,27	0,07
118	2,05	0,15	0,022	1,32	0,0	0,0	3,60	0,1	0,0	2	0,27	0,07
119	2,00	0,10	0,009	1,31	0,0	0,0	3,20	-0,3	0,1	2	0,27	0,07
120	1,95	0,05	0,002	1,33	0,0	0,0	3,50	0,0	0,0	2	0,27	0,07
121	1,98	0,08	0,006	1,35	0,0	0,0	4,00	0,5	0,3	2	0,27	0,07
media=	1,90	V fen=	0,013	1,34	V fen=	0,01	3,46	V fen=	0,14	1,73	V fen=	0,20

B 2

R2

35	1,80	-0,0734	0,0054	1,35	0,0300	0,0009	3,10	-0,3781	0,1429	2	0,1918	0,0368
36	1,75	-0,1234	0,0152	1,30	-0,0200	0,0004	3,50	0,0219	0,0005	2	0,1918	0,0368
37	1,85	-0,0234	0,0005	1,25	-0,0700	0,0049	3,40	-0,0781	0,0061	2	0,1918	0,0368
38	1,93	0,0566	0,0032	1,36	0,0400	0,0016	4,10	0,6219	0,3868	2	0,1918	0,0368
39	2,00	0,1266	0,0160	1,41	0,0900	0,0081	3,80	0,3219	0,1036	1	-0,8082	0,6532
40	1,90	0,0266	0,0007	1,30	-0,0200	0,0004	3,60	0,1219	0,0149	1	-0,8082	0,6532
41	1,98	0,1066	0,0114	1,34	0,0200	0,0004	2,80	-0,6781	0,4598	2	0,1918	0,0368
42	1,87	-0,0034	0,0000	1,37	0,0500	0,0025	2,90	-0,5781	0,3342	2	0,1918	0,0368
43	1,98	0,1066	0,0114	1,41	0,0900	0,0081	3,10	-0,3781	0,1429	2	0,1918	0,0368
44	1,92	0,0466	0,0022	1,51	0,1900	0,0361	3,40	-0,0781	0,0061	2	0,1918	0,0368
45	1,90	0,0266	0,0007	1,50	0,1800	0,0324	3,50	0,0219	0,0005	2	0,1918	0,0368
46	1,89	0,0166	0,0003	1,26	-0,0600	0,0036	3,30	-0,1781	0,0317	2	0,1918	0,0368
47	1,87	-0,0034	0,0000	1,38	0,0600	0,0036	4,20	0,7219	0,5212	2	0,1918	0,0368
48	1,85	-0,0234	0,0005	1,41	0,0900	0,0081	2,60	-0,8781	0,7710	2	0,1918	0,0368
49	1,79	-0,0834	0,0069	1,27	-0,0500	0,0025	2,80	-0,6781	0,4598	1	-0,8082	0,6532
50	1,18	-0,6984	0,4877	1,26	-0,0600	0,0036	3,50	0,0219	0,0005	2	0,1918	0,0368
51	1,78	-0,0934	0,0087	1,36	0,0400	0,0016	3,70	0,2219	0,0492	2	0,1918	0,0368
52	1,85	-0,0234	0,0005	1,40	0,0800	0,0064	2,80	-0,6781	0,4598	2	0,1918	0,0368
53	1,79	-0,0834	0,0069	1,41	0,0900	0,0081	3,60	0,1219	0,0149	2	0,1918	0,0368
54	1,83	-0,0434	0,0019	1,16	-0,1600	0,0256	3,10	-0,3781	0,1429	2	0,1918	0,0368
55	1,81	-0,0634	0,0040	1,18	-0,1400	0,0196	3,70	0,2219	0,0492	2	0,1918	0,0368
56	1,75	-0,1234	0,0152	1,39	0,0700	0,0049	3,70	0,2219	0,0492	1	-0,8082	0,6532
57	1,99	0,1166	0,0136	1,46	0,1400	0,0196	2,90	-0,5781	0,3342	1	-0,8082	0,6532
58	2,00	0,1266	0,0160	1,42	0,1000	0,0100	3,80	0,3219	0,1036	2	0,1918	0,0368
59	2,10	0,2266	0,0514	1,40	0,0800	0,0064	4,10	0,6219	0,3868	2	0,1918	0,0368
60	2,50	0,6266	0,3927	1,37	0,0500	0,0025	4,00	0,5219	0,2724	2	0,1918	0,0368
61	2,10	0,2266	0,0514	1,41	0,0900	0,0081	3,90	0,4219	0,1780	1	-0,8082	0,6532
62	1,83	-0,0434	0,0019	1,32	0,0000	0,0000	3,00	-0,4781	0,2286	2	0,1918	0,0368
63	1,75	-0,1234	0,0152	1,20	-0,1200	0,0144	3,40	-0,0781	0,0061	2	0,1918	0,0368
64	1,97	0,0966	0,0093	1,35	0,0300	0,0009	3,70	0,2219	0,0492	2	0,1918	0,0368
65	1,80	-0,0734	0,0054	1,25	-0,0700	0,0049	3,10	-0,3781	0,1429	1	-0,8082	0,6532
66	2,07	0,1966	0,0387	1,30	-0,0200	0,0004	4,10	0,6219	0,3868	2	0,1918	0,0368

R5

67	1,72	-0,1534	0,0235	1,36	0,0400	0,0016	3,20	-0,2781	0,0773	2	0,1918	0,0368
68	1,86	-0,0134	0,0002	1,34	0,0200	0,0004	3,00	-0,4781	0,2286	2	0,1918	0,0368
122	1,85	-0,0234	0,0005	1,24	-0,0800	0,0064	3,30	-0,1781	0,0317	2	0,1918	0,0368
123	1,76	-0,1134	0,0128	1,27	-0,0500	0,0025	3,60	0,1219	0,0149	2	0,1918	0,0368
124	1,77	-0,1034	0,0107	1,26	-0,0600	0,0036	3,50	0,0219	0,0005	2	0,1918	0,0368
125	1,77	-0,1034	0,0107	1,27	-0,0500	0,0025	3,60	0,1219	0,0149	2	0,1918	0,0368
126	2,00	0,1266	0,0160	1,37	0,0500	0,0025	4,30	0,8219	0,6755	2	0,1918	0,0368
127	1,89	0,0166	0,0003	1,27	-0,0500	0,0025	3,20	-0,2781	0,0773	2	0,1918	0,0368
128	1,99	0,1166	0,0136	1,37	0,0500	0,0025	3,50	0,0219	0,0005	1	-0,8082	0,6532
129	1,97	0,0966	0,0093	1,40	0,0800	0,0064	3,70	0,2219	0,0492	2	0,1918	0,0368
130	1,98	0,1066	0,0114	1,41	0,0900	0,0081	3,20	-0,2781	0,0773	2	0,1918	0,0368
131	1,99	0,1166	0,0136	1,40	0,0800	0,0064	3,40	-0,0781	0,0061	2	0,1918	0,0368
132	2,15	0,2766	0,0765	1,41	0,0900	0,0081	3,80	0,3219	0,1036	2	0,1918	0,0368
133	1,89	0,0166	0,0003	1,32	0,0000	0,0000	3,50	0,0219	0,0005	2	0,1918	0,0368
134	1,85	-0,0234	0,0005	1,27	-0,0500	0,0025	3,20	-0,2781	0,0773	2	0,1918	0,0368
135	1,79	-0,0834	0,0069	1,35	0,0300	0,0009	3,70	0,2219	0,0492	2	0,1918	0,0368
136	1,85	-0,0234	0,0005	1,36	0,0400	0,0016	3,80	0,3219	0,1036	1	-0,8082	0,6532
137	1,85	-0,0234	0,0005	1,33	0,0100	0,0001	3,10	-0,3781	0,1429	2	0,1918	0,0368
138	1,75	-0,1234	0,0152	1,19	-0,1300	0,0169	3,20	-0,2781	0,0773	2	0,1918	0,0368
139	1,89	0,0166	0,0003	1,31	-0,0100	0,0001	3,40	-0,0781	0,0061	2	0,1918	0,0368
140	1,95	0,0766	0,0059	1,25	-0,0700	0,0049	3,40	-0,0781	0,0061	1	-0,8082	0,6532
141	1,95	0,0766	0,0059	1,36	0,0400	0,0016	3,70	0,2219	0,0492	1	-0,8082	0,6532
142	1,95	0,0766	0,0059	1,35	0,0300	0,0009	3,70	0,2219	0,0492	1	-0,8082	0,6532
143	1,87	-0,0034	0,0000	1,23	-0,0900	0,0081	3,70	0,2219	0,0492	1	-0,8082	0,6532
144	1,85	-0,0234	0,0005	1,25	-0,0700	0,0049	3,90	0,4219	0,1780	2	0,1918	0,0368
145	1,89	0,0166	0,0003	1,34	0,0200	0,0004	3,40	-0,0781	0,0061	2	0,1918	0,0368
146	1,77	-0,1034	0,0107	1,20	-0,1200	0,0144	3,70	0,2219	0,0492	2	0,1918	0,0368
147	1,67	-0,2034	0,0414	1,20	-0,1200	0,0144	3,70	0,2219	0,0492	2	0,1918	0,0368
148	1,68	-0,1934	0,0374	1,30	-0,0200	0,0004	3,20	-0,2781	0,0773	2	0,1918	0,0368
149	1,98	0,1066	0,0114	1,37	0,0500	0,0025	3,70	0,2219	0,0492	1	-0,8082	0,6532
150	1,97	0,0966	0,0093	1,37	0,0500	0,0025	3,80	0,3219	0,1036	2	0,1918	0,0368
151	1,95	0,0766	0,0059	1,36	0,0400	0,0016	3,80	0,3219	0,1036	2	0,1918	0,0368

152	1,77	-0,1034	0,0107	1,25	-0,0700	0,0049	3,50	0,0219	0,0005	2	0,1918	0,0368
153	1,75	-0,1234	0,0152	1,23	-0,0900	0,0081	3,30	-0,1781	0,0317	2	0,1918	0,0368
154	1,83	-0,0434	0,0019	1,32	0,0000	0,0000	3,40	-0,0781	0,0061	2	0,1918	0,0368
155	1,81	-0,0634	0,0040	1,22	-0,1000	0,0100	3,30	-0,1781	0,0317	2	0,1918	0,0368
156	1,86	-0,0134	0,0002	1,24	-0,0800	0,0064	3,20	-0,2781	0,0773	2	0,1918	0,0368
157	1,80	-0,0734	0,0054	1,21	-0,1100	0,0121	3,30	-0,1781	0,0317	2	0,1918	0,0368
158	1,81	-0,0634	0,0040	1,20	-0,1200	0,0144	3,60	0,1219	0,0149	2	0,1918	0,0368
159	1,95	0,0766	0,0059	1,35	0,0300	0,0009	3,90	0,4219	0,1780	2	0,1918	0,0368
160	1,75	-0,1234	0,0152	1,20	-0,1200	0,0000	3,30	-0,1781	0,0317	2	0,1918	0,0368
MEDIA	1,8734	V fen=	0,0224	1,3200	V fen=	0,0061	3,48	V fen=	0,1281	1,8082	V fen=	0,1572

B 3

R3

69	1,87	1,8700	3,4969	1,30	-0,0110	0,0001	3,50	0,0769	0,0059	1	-0,7692	0,5917
70	2,20	0,3300	0,1089	1,51	0,1990	0,0396	4,10	0,6769	0,4582	2	0,2308	0,0533
71	1,75	-0,1200	0,0144	1,27	-0,0410	0,0017	3,50	0,0769	0,0059	2	0,2308	0,0533
72	1,89	0,0200	0,0004	1,27	-0,0410	0,0017	4,00	0,5769	0,3328	1	-0,7692	0,5917
73	1,70	-0,1700	0,0289	1,21	-0,1010	0,0102	3,20	-0,2231	0,0498	2	0,2308	0,0533
74	1,67	-0,2000	0,0400	1,20	-0,1110	0,0123	3,20	-0,2231	0,0498	2	0,2308	0,0533
75	1,69	-0,1800	0,0324	1,27	-0,0410	0,0017	3,10	-0,3231	0,1044	2	0,2308	0,0533
76	2,10	0,2300	0,0529	1,46	0,1490	0,0222	3,70	0,2769	0,0767	1	-0,7692	0,5917
77	1,75	-0,1200	0,0144	1,15	-0,1610	0,0259	3,40	-0,0231	0,0005	2	0,2308	0,0533
78	1,78	-0,0900	0,0081	1,31	-0,0010	0,0000	3,10	-0,3231	0,1044	2	0,2308	0,0533
79	1,81	-0,0600	0,0036	1,30	-0,0110	0,0001	3,30	-0,1231	0,0151	1	-0,7692	0,5917
80	1,87	0,0000	0,0000	1,31	-0,0010	0,0000	3,40	-0,0231	0,0005	2	0,2308	0,0533
81	1,97	0,1000	0,0100	1,47	0,1590	0,0253	3,60	0,1769	0,0313	2	0,2308	0,0533
82	1,89	0,0200	0,0004	1,32	0,0090	0,0001	3,50	0,0769	0,0059	2	0,2308	0,0533
83	1,97	0,1000	0,0100	1,41	0,0990	0,0098	3,70	0,2769	0,0767	2	0,2308	0,0533
84	1,65	-0,2200	0,0484	1,31	-0,0010	0,0000	3,20	-0,2231	0,0498	1	-0,7692	0,5917
85	1,75	-0,1200	0,0144	1,32	0,0090	0,0001	2,60	-0,8231	0,6775	2	0,2308	0,0533
86	1,86	-0,0100	0,0001	1,20	-0,1110	0,0123	2,70	-0,7231	0,5228	1	-0,7692	0,5917
87	1,86	-0,0100	0,0001	1,26	-0,0510	0,0026	3,70	0,2769	0,0767	2	0,2308	0,0533
88	1,87	0,0000	0,0000	1,25	-0,0610	0,0037	3,10	-0,3231	0,1044	1	-0,7692	0,5917
89	1,96	0,0900	0,0081	1,25	-0,0610	0,0037	3,70	0,2769	0,0767	2	0,2308	0,0533

R6

90	1,80	-0,0700	0,0049	1,46	0,1490	0,0222	3,80	0,3769	0,1421	1	-0,7692	0,5917
91	1,90	0,0300	0,0009	1,37	0,0590	0,0035	3,70	0,2769	0,0767	2	0,2308	0,0533
92	1,91	0,0400	0,0016	1,31	-0,0010	0,0000	3,20	-0,2231	0,0498	2	0,2308	0,0533
93	1,92	0,0500	0,0025	1,34	0,0290	0,0008	3,40	-0,0231	0,0005	1	-0,7692	0,5917
94	2,05	0,1800	0,0324	1,36	0,0490	0,0024	3,60	0,1769	0,0313	2	0,2308	0,0533
95	1,97	0,1000	0,0100	1,33	0,0190	0,0004	3,70	0,2769	0,0767	2	0,2308	0,0533
96	2,30	0,4300	0,1849	1,52	0,2090	0,0437	4,20	0,7769	0,6036	2	0,2308	0,0533
97	2,25	0,3800	0,1444	1,47	0,1590	0,0253	4,10	0,6769	0,4582	2	0,2308	0,0533
98	1,85	-0,0200	0,0004	1,48	0,1690	0,0286	4,00	0,5769	0,3328	2	0,2308	0,0533
160	1,78	-0,0900	0,0081	1,21	-0,1010	0,0102	3,40	-0,0231	0,0005	2	0,2308	0,0533
161	1,80	-0,0700	0,0049	1,31	-0,0010	0,0000	3,60	0,1769	0,0313	2	0,2308	0,0533
162	1,81	-0,0600	0,0036	1,37	0,0590	0,0035	3,50	0,0769	0,0059	2	0,2308	0,0533
163	1,89	0,0200	0,0004	1,20	-0,1110	0,0123	3,60	0,1769	0,0313	2	0,2308	0,0533
164	1,97	0,1000	0,0100	1,27	-0,0410	0,0017	3,10	-0,3231	0,1044	2	0,2308	0,0533
165	1,95	0,0800	0,0064	1,29	-0,0210	0,0004	3,20	-0,2231	0,0498	1	-0,7692	0,5917
166	1,89	0,0200	0,0004	1,35	0,0390	0,0015	3,60	0,1769	0,0313	2	0,2308	0,0533
167	1,79	-0,0800	0,0064	1,27	-0,0410	0,0017	3,70	0,2769	0,0767	2	0,2308	0,0533
168	1,89	0,0200	0,0004	1,22	-0,0910	0,0083	3,10	-0,3231	0,1044	2	0,2308	0,0533
169	1,85	-0,0200	0,0004	1,23	-0,0810	0,0066	3,60	0,1769	0,0313	1	-0,7692	0,5917
170	2,15	0,2800	0,0784	1,31	-0,0010	0,0000	4,10	0,6769	0,4582	2	0,2308	0,0533
171	1,89	0,0200	0,0004	1,32	0,0090	0,0001	3,30	-0,1231	0,0151	2	0,2308	0,0533
172	1,94	0,0700	0,0049	1,34	0,0290	0,0008	3,50	0,0769	0,0059	2	0,2308	0,0533
173	1,90	0,0300	0,0009	1,30	-0,0110	0,0001	3,30	-0,1231	0,0151	2	0,2308	0,0533
174	1,97	0,1000	0,0100	1,26	-0,0510	0,0026	4,00	0,5769	0,3328	2	0,2308	0,0533
175	1,77	-0,1000	0,0100	1,21	-0,1010	0,0102	3,10	-0,3231	0,1044	2	0,2308	0,0533
176	1,97	0,1000	0,0100	1,33	0,0190	0,0004	3,80	0,3769	0,1421	2	0,2308	0,0533
177	1,95	0,0800	0,0064	1,30	-0,0110	0,0001	3,00	-0,4231	0,1790	2	0,2308	0,0533
178	1,75	-0,1200	0,0144	1,27	-0,0410	0,0017	2,50	-0,9231	0,8521	2	0,2308	0,0533
179	1,83	-0,0400	0,0016	1,20	-0,1110	0,0123	2,40	-1,0231	1,0467	1	-0,7692	0,5917
180	1,86	-0,0100	0,0001	1,32	0,0090	0,0001	2,50	-0,9231	0,8521	2	0,2308	0,0533
181	1,85	-0,0200	0,0004	1,30	-0,0110	0,0001	3,10	-0,3231	0,1044	2	0,2308	0,0533
MEDIA	1,8896		0,0873	1,3110		0,0073	3,4231		0,1798	1,7692		0,1810

Anexo B. (Continuación)

TESTIGO	ALTURA DE PLANTA				ALTURA MAZORCA				GROSOR TALLO			N° MAZORCA / PL		
	PLANTA	PLANTA	Fi-m	(fi-m)²	MAZORCA	Fi-m	(fi-m)²	TALLO	Fi-m	(fi-m)²	/ PL	Fi-m	(fi-m)²	
BLOQUES	1	1,75	0,00	1E-06	1,2	0,09	0,00783225	2,7	-0,37	0,1369	1	-0,75	0,5625	
B1	2	1,7	-0,05	0,002601	1,22	0,11	0,01177225	2,7	-0,37	0,1369	1	-0,75	0,5625	
	3	1,78	0,03	0,000841	1,2	0,09	0,00783225	4	0,93	0,8649	1	-0,75	0,5625	
	4	1,82	0,07	0,004761	1,24	0,13	0,01651225	3,5	0,43	0,1849	2	0,25	0,0625	
	5	1,75	0,00	1E-06	1,2	0,09	0,00783225	3,6	0,53	0,2809	2	0,25	0,0625	
	6	1,73	-0,02	0,000441	1,24	0,13	0,01651225	3	-0,07	0,0049	2	0,25	0,0625	
	7	1,73	-0,02	0,000441	1,2	0,09	0,00783225	2,5	-0,57	0,3249	1	-0,75	0,5625	
	8	1,7	-0,05	0,002601	1,17	0,06	0,00342225	2,2	-0,87	0,7569	2	0,25	0,0625	
	9	1,73	-0,02	0,000441	1,1	-0,01	0,00013225	3	-0,07	0,0049	2	0,25	0,0625	
	10	1,8	0,05	0,002401	1	-0,11	0,01243225	3,2	0,13	0,0169	1	-0,75	0,5625	
	11	1,8	0,05	0,002401	1,2	0,09	0,00783225	3,5	0,43	0,1849	2	0,25	0,0625	
	12	1,82	0,07	0,004761	1,2	0,09	0,00783225	3,1	0,03	0,0009	2	0,25	0,0625	
	13	1,73	-0,02	0,000441	1,15	0,04	0,00148225	2,2	-0,87	0,7569	2	0,25	0,0625	
	14	1,74	-0,01	0,000121	1,1	-0,01	0,00013225	2,5	-0,57	0,3249	2	0,25	0,0625	
	15	1,74	-0,01	0,000121	1,15	0,04	0,00148225	3,2	0,13	0,0169	2	0,25	0,0625	
	16	1,75	0,00	1E-06	1,2	0,09	0,00783225	3,3	0,23	0,0529	2	0,25	0,0625	
	17	1,74	-0,01	0,000121	0,9	-0,21	0,04473225	3,4	0,33	0,1089	2	0,25	0,0625	
	18	1,73	-0,02	0,000441	0,08	-1,03	1,06399225	3,5	0,43	0,1849	2	0,25	0,0625	
	19	1,74	-0,01	0,000121	1,23	0,12	0,01404225	3,2	0,13	0,0169	2	0,25	0,0625	
	20	1,74	-0,01	0,000121	1,25	0,14	0,01918225	3,1	0,03	0,0009	2	0,25	0,0625	
		1,75	V fen=	0,001	1,11	V fen=	0,07	3,07	V fen=	0,23	1,75	V fen=	0,20	
B 2	1	1,75	-0,01	6,4E-05	0,89	-0,10	0,010404	3,4	0,25	0,060025	2	0,10	0,01	
	2	1,7	-0,06	0,003364	0,85	-0,14	0,020164	3,2	0,04	0,002025	2	0,10	0,01	
	3	1,82	0,06	0,003844	1,1	0,11	0,011664	3,5	0,35	0,119025	2	0,10	0,01	
	4	1,8	0,04	0,001764	1	0,01	6,4E-05	3,4	0,25	0,060025	1	-0,90	0,81	
	5	1,8	0,04	0,001764	1,15	0,16	0,024964	3,8	0,65	0,416025	2	0,10	0,01	
	6	1,9	0,14	0,020164	1	0,01	6,4E-05	3,6	0,45	0,198025	2	0,10	0,01	

7	1,92	0,16	0,026244	1,12	0,13	0,016384	3,5	0,35	0,119025	2	0,10	0,01
8	1,8	0,04	0,001764	1	0,01	6,4E-05	2,7	-0,46	0,207025	2	0,10	0,01
9	1,74	-0,02	0,000324	1,15	0,16	0,024964	2,8	-0,36	0,126025	2	0,10	0,01
10	1,74	-0,02	0,000324	1,12	0,13	0,016384	2,8	-0,36	0,126025	2	0,10	0,01
11	1,74	-0,02	0,000324	1,1	0,11	0,011664	2,9	-0,26	0,065025	2	0,10	0,01
12	1,73	-0,03	0,000784	1	0,01	6,4E-05	2,8	-0,36	0,126025	2	0,10	0,01
13	1,7	-0,06	0,003364	0,98	-0,01	0,000144	2,5	-0,66	0,429025	1	-0,90	0,81
14	1,72	-0,04	0,001444	0,95	-0,04	0,001764	3	-0,16	0,024025	2	0,10	0,01
15	1,72	-0,04	0,001444	0,95	-0,04	0,001764	3,2	0,04	0,002025	2	0,10	0,01
16	1,7	-0,06	0,003364	0,89	-0,10	0,010404	3,2	0,04	0,002025	2	0,10	0,01
17	1,71	-0,05	0,002304	0,9	-0,09	0,008464	3	-0,16	0,024025	2	0,10	0,01
18	1,73	-0,03	0,000784	1	0,01	6,4E-05	3,1	-0,06	0,003025	2	0,10	0,01
19	1,74	-0,02	0,000324	0,89	-0,10	0,010404	3,5	0,35	0,119025	2	0,10	0,01
20	1,7	-0,06	0,003364	0,8	-0,19	0,036864	3,2	0,04	0,002025	2	0,10	0,01
	1,76		0,004	0,99		0,01	3,16		0,12	1,90		0,09

B3	1	1,71	-0,1	0,003025	0,9	-0,02	0,00027225	3	-0,37	0,13359	2	0,25	0,0625
	2	1,73	0,0	0,001225	1	0,08	0,00697225	3,1	-0,27	0,07049	2	0,25	0,0625
	3	1,74	0,0	0,000625	0,89	-0,03	0,00070225	3,2	-0,17	0,02739	2	0,25	0,0625
	4	1,7	-0,1	0,004225	0,8	-0,12	0,01357225	3,3	-0,07	0,00429	2	0,25	0,0625
	5	1,76	0,0	2,5E-05	0,8	-0,12	0,01357225	3,4	0,03	0,00119	1	-0,75	0,5625
	6	1,76	0,0	2,5E-05	0,8	-0,12	0,01357225	3,5	0,13	0,01809	1	-0,75	0,5625
	7	1,7	-0,1	0,004225	0,91	-0,01	4,225E-05	3,6	0,23	0,05499	1	-0,75	0,5625
	8	1,72	0,0	0,002025	0,9	-0,02	0,00027225	3,7	0,33	0,11189	2	0,25	0,0625
	9	1,82	0,1	0,003025	1	0,08	0,00697225	3,8	0,43	0,18879	2	0,25	0,0625
	10	1,8	0,0	0,001225	0,8	-0,12	0,01357225	3,9	0,53	0,28569	1	-0,75	0,5625
	11	1,8	0,0	0,001225	1,12	0,20	0,04141225	3,1	-0,27	0,07049	2	0,25	0,0625
	12	1,8	0,0	0,001225	1,15	0,23	0,05452225	3,11	-0,26	0,06528	2	0,25	0,0625
	13	1,81	0,0	0,002025	0,97	0,05	0,00286225	3	-0,37	0,13359	2	0,25	0,0625
	14	1,82	0,1	0,003025	0,98	0,06	0,00403225	3,4	0,03	0,00119	3	1,25	1,5625
	15	1,76	0,0	2,5E-05	0,97	0,05	0,00286225	3,4	0,03	0,00119	2	0,25	0,0625
	16	1,76	0,0	2,5E-05	1,12	0,20	0,04141225	3,5	0,13	0,01809	2	0,25	0,0625
	17	1,76	0,0	2,5E-05	0,8	-0,12	0,01357225	3,1	-0,27	0,07049	2	0,25	0,0625

18	1,78	0,0	0,000225	0,81	-0,11	0,01134225	3,2	-0,17	0,02739	2	0,25	0,0625
19	1,78	0,0	0,000225	0,8	-0,12	0,01357225	3,5	0,13	0,01809	1	-0,75	0,5625
20	1,79	0,0	0,000625	0,81	-0,11	0,01134225	3,5	0,13	0,01809	1	-0,75	0,5625
	1,8		0,001	0,92		0,01	3,37		0,07	1,75		0,30

Anexo C. Cálculo de datos para obtener la varianza ambiental en la variedad testigo

Caracteres evaluados	BLOQUE	Varianza Fenotípica	Varianza Ambiental	Media Inicial
Altura de la Planta	1	0,001	0,001	1,750
	2	0,004	0,004	1,760
	3	0,001	0,001	1,800
Altura de la Mazorca	1	0,700	0,700	1,110
	2	0,010	0,010	0,990
	3	0,010	0,010	0,920
Grosor de tallo	1	0,230	0,230	3,070
	2	0,120	0,120	3,160
	3	0,070	0,070	3,370
Número de Mazorcas / Planta	1	0,200	0,200	1,750
	2	0,090	0,090	1,900
	3	0,300	0,300	1,750

Anexo D. Tabla de rendimiento de Aspercol

MODELO 301

Dos Boquillas
Código 31203010

PRESIÓN PSI	DIAMETRO BOQUILLAS													
	9/64"X3/32"		5/32"X3/32"		11/64"X3/32"		3/16"X3/32"		3/16"X1/8"		13/64"X1/8"		7/32"X1/8"	
	DIA. PIES	DESC. G.P.M.	DIA. PIES	DESC. G.P.M.	DIA. PIES	DESC. G.P.M.	DIA. PIES	DESC. G.P.M.	DIA. PIES	DESC. G.P.M.	DIA. PIES	DESC. G.P.M.	DIA. PIES	DESC. G.P.M.
25	85	4.0	88	4.8	90	5.5	92	6.3	92	7.4	94	8.3	96	9.2
30	87	4.4	90	5.3	92	6.1	95	6.9	95	8.1	98	9.2	100	10.2
35	89	4.8	92	5.7	94	6.6	98	7.5	98	8.8	102	9.9	104	11.1
40	91	5.2	94	6.1	96	7.0	101	8.1	101	9.5	105	10.7	106	11.9
45	92	5.5	96	6.5	98	7.5	104	8.6	104	10.1	106	11.3	108	12.7
50	93	5.9	98	6.8	100	7.9	106	9.0	106	10.6	107	11.9	110	13.3
55	94	6.1	100	7.2	102	8.3	108	9.5	108	11.1	108	12.5	112	13.9
60	95	6.3	101	7.5	103	8.6	109	9.9	109	11.6	110	13.0	114	14.4
65	96	6.6	102	7.8	104	8.9	110	10.3	110	12.0	112	13.5	116	14.9
70	97	6.8	103	8.1	106	9.2	111	10.6	111	12.4	114	14.0	118	15.4
75	98	7.1	104	8.4	108	9.6	112	11.0	112	12.8	116	14.5	120	15.9
80	100	7.3	105	8.7	110	9.9	113	11.4	113	13.2	118	15.0	122	16.4

Anexo E. Pérdidas por carga (J) por rozamiento

Tabla 1

PERDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO EN TUBERIA DE ALUMINIO
(en mica por 100 m de longitud)

Caudal m ³ /hora	DIAMETRO							
	1" 1/4" 44.4 mm	2" 50.8 mm	2" 1/2" 63.5 mm	3" 3/4" 69.8 mm	3" 76.2 mm	3" 1/2" 88.9 mm	4" 101.6 mm	5" 127 mm
1	0.122	0.062						
2	0.441	0.223						
3	0.934	0.473						
4	1.592	0.805	0.266					
5	2.406	1.217	0.402	0.250				
6	3.372	1.706	0.564	0.351	0.226			
7	4.487	2.269	0.750	0.467	0.301			
8	5.745	2.906	0.961	0.598	0.385	0.180		
9	7.146	3.614	1.195	0.743	0.479	0.224		
10	8.685	4.393	1.453	0.903	0.582	0.273	0.142	
11	10.362	5.241	1.733	1.078	0.695	0.325	0.169	
12	12.173	6.157	2.036	1.266	0.816	0.382	0.198	
13	14.118	7.141	2.361	1.468	0.946	0.443	0.230	
14	16.195	8.191	2.709	1.684	1.086	0.509	0.264	
15	18.402	9.307	3.078	1.914	1.234	0.578	0.300	
16	20.739	10.489	3.468	2.157	1.390	0.651	0.338	0.112
17	23.203	11.735	3.880	2.413	1.555	0.729	0.378	0.126
18	25.793	13.045	4.314	2.683	1.729	0.810	0.420	0.140
19	28.509	14.419	4.768	2.965	1.911	0.895	0.465	0.154
20	31.350	15.856	5.243	3.261	2.101	0.984	0.511	0.170
22	37.402	18.917	6.255	3.890	2.507	1.174	0.609	0.202
24	43.941	22.224	7.349	4.570	2.945	1.380	0.716	0.238
26	50.962	25.775	8.523	5.300	3.416	1.600	0.830	0.276
28		29.566	9.777	6.080	3.918	1.836	0.953	0.316
30		33.596	11.109	6.909	4.453	2.086	1.082	0.359
32		37.861	12.519	7.786	5.018	2.351	1.220	0.405
34		42.359	14.007	8.711	5.614	2.630	1.365	0.453
36			15.571	9.683	6.241	2.924	1.517	0.504
38			17.211	10.703	6.898	3.232	1.677	0.557
40			18.926	11.770	7.585	3.554	1.844	0.612
42			20.715	12.883	8.303	3.890	2.018	0.670
44			22.579	14.042	9.050	4.240	2.200	0.731
46			24.516	15.246	9.826	4.603	2.389	0.793
48			26.527	16.497	10.632	4.981	2.585	0.858
50			28.610	17.792	11.467	5.372	2.788	0.926
52			30.765	19.133	12.330	5.777	2.998	0.995
54			32.992	20.518	13.223	6.195	3.215	1.067
56			35.290	21.947	14.144	6.626	3.439	1.142
58				23.420	15.094	7.071	3.670	1.218
60				24.938	16.072	7.529	3.907	1.297
62				26.499	17.078	8.001	4.152	1.379
64				28.104	18.112	8.485	4.403	1.462
66				29.752	19.174	8.983	4.662	1.548
68					20.264	9.493	4.927	1.636
70					21.382	10.017	5.198	1.726
72					22.527	10.553	5.477	1.818

Anexo E. (Continuación)

Tabla I (Continuación)

Caudal m ³ /hora	DIAMETRO							
	1" 3/4" 44,4 mm	2" 50,8 mm	2" 1/2" 63,5 mm	2" 3/4" 69,8 mm	3" 76,2 mm	3" 1/2" 88,9 mm	4" 101,6 mm	5" 127 mm
74					23.699	11.103	5.762	1.913
76					24.899	11.665	6.053	2.010
78					26.126	12.239	6.352	2.109
80					27.380	12.827	6.656	2.210
82					28.661	13.427	6.968	2.314
84					29.969	14.040	7.286	2.419
86					31.304	14.665	7.610	2.527
88					32.666	15.303	7.941	2.637
90						15.953	8.279	2.749
92						16.616	8.623	2.863
94						17.291	8.973	2.980
96						17.979	9.330	3.098
98						18.678	9.693	3.219
100						19.390	10.063	3.341
110							12.005	3.986
120							14.104	4.683
130							16.357	5.431
140							18.764	6.230
150								7.080
160								7.978
170								8.926
180								9.923
190								10.968
200								12.061

Anexo F. Tabla para determinar el factor F

NUMERO DE SALIDAS	$x = S$	$x = S/2$	NUMERO DE SALIDAS	$x = S$	$x = S/2$
1	1,000	1,000	17	0,380	0,362
2	0,639	0,518	18	0,379	0,361
3	0,535	0,441	19	0,377	0,361
4	0,486	0,412	20	0,376	0,360
5	0,457	0,397	22	0,374	0,359
6	0,435	0,387	24	0,372	0,359
7	0,425	0,381	26	0,370	0,358
8	0,415	0,377	28	0,369	0,357
9	0,409	0,374	30	0,368	0,357
10	0,402	0,371	35	0,365	0,356
11	0,397	0,369	40	0,364	0,355
12	0,394	0,367	50	0,361	0,354
13	0,391	0,366	60	0,359	0,353
14	0,387	0,365	80	0,357	0,352
15	0,384	0,364	100	0,356	0,352
16	0,382	0,363	>100	0,351	0,351

Anexo G. Plano diseño de riego por aspersión para el cultivo de maíz en la finca
"El limón", Pitalito- Huila