



**UNIVERSIDAD  
DE SANCTI SPÍRITUS  
“JOSÉ MARTÍ PÉREZ”**

**DEPARTAMENTO AGROPECUARIO**

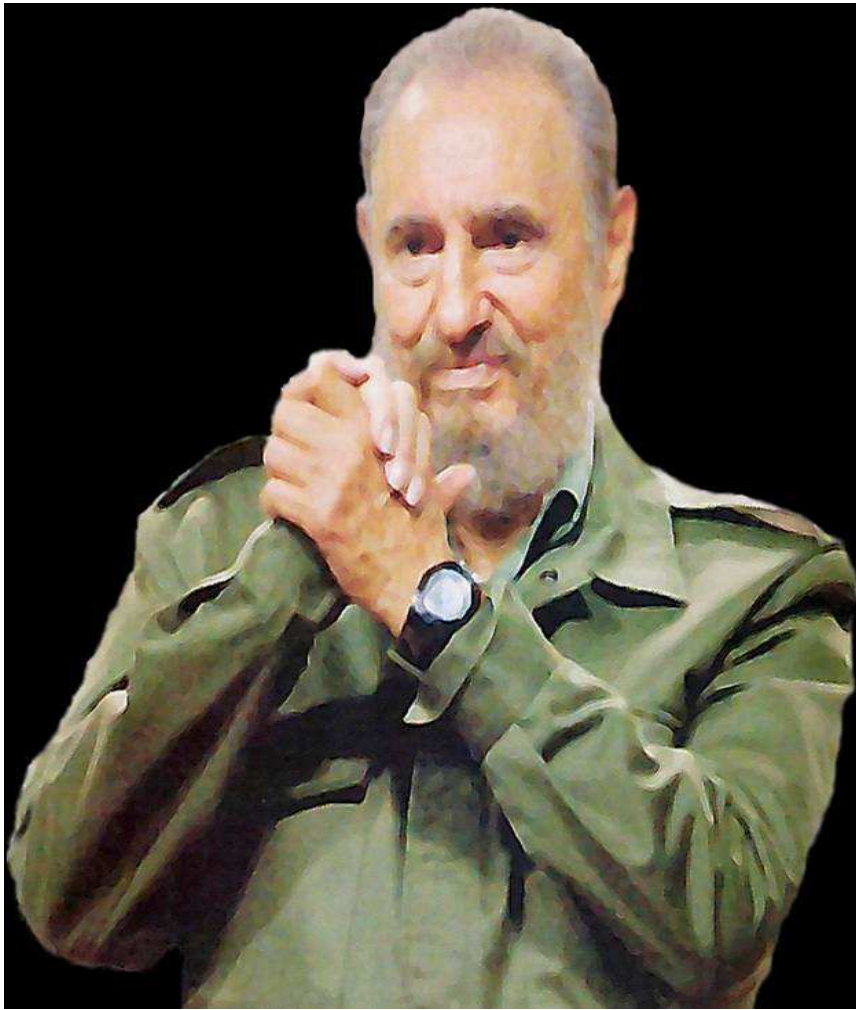
# **Trabajo de Diploma**

*Caracterización morfoagronómica del Banco de Germoplasma  
de Maíz (*Zea mays* L.) de la Universidad de Sancti Spiritus  
en la zona de La Sierpe*

*Autor: Sergio Román Orellana*

*Tutor: MSc. Manuel Rodríguez González.*

*Sancti Spiritus 2010  
“Año 52 de la Revolución”*



*Hay que trabajar para enriquecer los conocimientos adquiridos durante los estudios, para saberlos aplicar en la práctica de manera creadora y recordar que la realidad es siempre mucho más rica que la teoría, pero que la teoría es imprescindible para desarrollar el trabajo profesional de un modo científico".*

## *Agradecimiento*

*A la revolución cubana.*

*A mi familia que me a ayudado siempre.*

*A mi tutor por su dedicación en este trabajo.*

*A mis compañeros de trabajos que fueron mis mas cercanos colaboradores.*

*Dedicatoria*

*A mis padres que me permitieron existir y me guiaron con su ejemplo;*

*A mi esposa por su apoyo incondicional*

*A todas las personas que de una forma u otra trabajan cada día por lograr una  
agricultura sostenible*

## INDICE

Contenido	Páginas
<b>Resumen</b>	
<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Capítulo No I Revisión Bibliográfica</b>	<b>4</b>
1.1 Historia	4
1.1.1 Origen	4
1.2 Taxonomía y Morfología	5
1.3 Principal plaga insectil	6
1.3.1 Características biológicas de la plaga	6
1.3.2 Principales enfermedades	7
1.4 Valor nutritivo del maíz	8
1.4.1 Utilización del maíz	9
1.4.2 Modalidades del consumo del maíz	11
1.5 Selección participativa de variedades	11
1.5.1 Las ferias de agrodiversidad en Cuba	12
<b>Capítulo No II Caracterización morfoagronómica del banco de germoplasma de maíz</b>	<b>16</b>
2 Materiales y métodos	16
2.1 Caracterización morfoagronómica	16
2.1.1 Daño foliar promedio DFP y coeficiente de nocividad	18
2.2 Evaluaciones morfométricas durante el ciclo del cultivo	19
2.2.1 Evaluaciones postcosecha	20
2.3 Ferias de agrodiversidad	21
2.4 Procedimiento estadístico de los datos	22
<b>3 Resultado y discusión</b>	<b>22</b>
3.1 Daño foliar promedio	22
3.1.1 Coeficiente de nocividad	25
3.2 Evaluaciones morfométricas durante el ciclo del cultivo	27
3.2.1 Comportamiento cualitativo de las accesiones evaluadas según la categoría de respuesta del rendimiento	28
3.3 Ferias de biodiversidad	31

<b>4 Conclusiones</b>	<b>33</b>
<b>5. Recomendaciones</b>	<b>34</b>
<b>6 Bibliografía</b>	<b>35</b>
<b>7 Anexos</b>	

## RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar la diversidad del maíz (*Zea mays* L.), en condiciones de bajos insumos, se sembraron 25 accesiones de maíz, 17 procedentes de la colección de germoplasma del Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA), tres de la Empresa de Semillas de la provincia y cinco colectas de la zona. Esta colección está en función del proyecto de Innovación Agropecuaria Local (PIAL) que se desarrolla en la universidad de Sancti Spíritus, pero aún no se le había realizado una caracterización sobre suelos ferralíticos amarillentos en el municipio La Sierpe. Se realizó la caracterización morfoagronómica de todas las accesiones, para lo cual se tuvo en cuenta los niveles de daños provocados por *Spodoptera frugiperda* Smith, las principales características morfológicas de las plantas, las mazorcas y los granos, así como los rendimientos agrícolas en base a grano seco; también se evaluó el nivel de aceptación por los productores de las accesiones de maíz disponibles en la colección de la Universidad de Sancti Spíritus mediante el desarrollo de ferias de biodiversidad. Se efectuaron dos ferias de agrodiversidad, la primera a los 97 días de sembrado el cultivo y una postcosecha a los 20 días de cosechado. A estos agricultores se les hizo una encuesta en el campo durante las ferias, que recogía sus criterios en el momento de seleccionar su material. Pudo constatar que las accesiones 5 y 8 son las menos afectadas por *S. frugiperda*, y que existe una amplia diversidad fenotípica en cuanto a las características de las plantas y las mazorcas, así como una gran variabilidad en los rendimientos de grano seco (t/ha) a escala experimental; todo lo cual brinda una extensa gama de posibilidades para los trabajos de mejora y extensionismo; lo que posibilitó la entrada al sistema informal de producción de semillas del municipio, de 17 accesiones de maíz con características prominentes, seleccionadas por los propios campesinos en las ferias de diversidad varietal.

## **Abstract**

In order to characterize the corn diversity (*Zea Mays* L. ) on low consumption conditions of nutrients, pesticides and other fertilization, were sown 25 selected corn varieties, 17 of them stem from the germ – plasma agricultural science Institute collection (INCA), three of them were picked up from the provincial seed bank and five of them were selected on the right zone. This collection is on function at the local farm innovation project, (PIAL) and it is developed at Sancti Spiritus University. But so far, none characterization was carried out on Iron- yellowish soils from La Sierpe Municipality. The morpho - Agronomic characterization was performed in each selected variety. For this, we had into account the damage levels caused by *Spodoptera Frugiperda* Smith, the main plants morphological characteristics, the ear of corn and grains so as well, the agricultural yields in dry grain; it was also evaluated the acceptance level by the available corn farmers from Sancti Spiritus University collection. By means of the biodiversity farm fairs development. We have carried out two farm fairs of agodiversity ; the first one from 97 days after sowing the cultivation and one postharvesting from 20 days after being harvested. The farmers were inquired at the cultivation farm during the fairs, and then we were able to know their opinions on the time of selecting the material. We could behold the five and eight varieties were the least affected by *S. Frugiperda* and there is an ample diversity concerning to the plants and ear of corn and a great variability in the yields of dry grain (T/ha ) Research scale; and it brings us an extending gamma of possibilities for working improvement and extending; and it enabled us to get into the informal system of seed production from our municipality on 17 selected corn cultivation with prominent characteristics, selected them by the selves farmers at the varieties diversity fairs.



## INTRODUCCIÓN

El maíz se siembra actualmente en todo el mundo, su producción asciende a 482 millones de toneladas y el consumo mundial promedio es de 90 kilos persona año. Se estima que un 20% lo consume directamente en preparaciones como arepas, tortillas, sopas, coladas, etc.; un 66% se destina para la alimentación animal y el restante 14% para usos industriales como pegantes, glucosas, jarabes, licores, aceites y enlatados, entre otros.

Hoy día el maíz es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y en producción total FAOSTAT, (2009). 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 el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, en la actualidad se cultiva desde los 58 grados de latitud norte en Canadá y Rusia, hasta los 40 grados de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3800msnm en la cordillera de los Andes. Más aún, el cultivo continúa expandiéndose a nuevas áreas y a nuevos ambientes. (Dowswell *et al.*, 1996)

Globalmente, el maíz se cultiva en más de 147 millones de hectáreas FAOSTAT, (2009) con una producción anual de más de 694 millones de toneladas métricas. El rendimiento medio del maíz en los trópicos es de 1800 Kg./ha comparado con una media mundial de más de 4500 Kg./ha, siendo en las zonas templadas más de 7000 Kg./ha. Según Dowswell *et al.*, (1996), el cultivo del maíz en zona templada tiene, sin embargo, un ciclo mayor que la mayoría de los maíces tropicales. Por lo tanto, el rendimiento del maíz tropical, cuando se le compara con el del maíz de zonas templadas, no es tan bajo; aún así, la productividad del maíz en las zonas tropicales es menor que en las zonas templadas. Hay algunas excepciones donde la productividad del maíz tropical se compara favorablemente con el maíz en los ambientes templados, tal como el maíz cultivado en la época invernal en los trópicos.

La producción de maíz en Cuba en la actualidad no está al nivel deseado a pesar de que en el transcurso del año se obtienen dos cosechas. Hasta el presente se siembra

como un cultivo de rotación en las empresas agrícolas, cooperativas y pequeños agricultores, que en su conjunto se dedican a la producción de viandas, vegetales o al cultivo del tabaco.

La explotación masiva en grandes extensiones crea condiciones propicias para que la plaga se reproduzca y disemine con mayor facilidad. Durante muchos años, para reducir los efectos nocivos de la palomilla del maíz, se ha dependido del uso de insecticidas químicos, los que son asperjados o espolvoreados; en muchas ocasiones las efectividades han sido bajas, debido a que estas se han realizado pasado el momento crítico de la plaga y la etapa fenológica más apropiada del cultivo o después que los daños son irreversibles; incluso se ha pretendido aminorarla cuando prácticamente el cultivo alcanza un tamaño que imposibilita la entrada de las máquinas al campo.

Diversos factores han motivado que este cultivo no juegue un papel preponderante, no obstante resulta de gran aceptación entre la población, dada la tradición que existe de su uso para consumo humano, así como elemento esencial de los concentrados empleados para la alimentación animal Rabí *et al.*, (2001). Es preciso señalar que también es posible obtener buenos resultados en las cosechas de maíz cultivado en condiciones de bajos insumos, para lo cual se le debe prestar especial atención a los cultivares que vayan a emplearse, los que deben haber sido seleccionados para cultivo bajo estas condiciones.

En la región centroamericana las pérdidas en el maíz ocasionadas por los insectos se han estimado en un 20 %. Se consideran claves seis especies de plagas, 52 de importancia ocasional y 26 de menor importancia. Sin embargo, es el *Lepidóptero* (*Spodoptera frugiperda* Smith.) el elemento más notorio e importante (Fernández; 2001).

En las Ferias de Biodiversidad los productores tienen la posibilidad de acceder a gran cantidad de germoplasma de diferentes procedencias y características no disponibles en los sistemas formales de semillas, lo que les permite diversificar la producción e incrementar los rendimientos de los cultivos (Ríos *et al.*, 2000).

### **Problema científico**

La necesidad de caracterizar morfoagronómicamente en su conjunto accesiones de

maíz (*Zea mays*. L) que están en función del proyecto de mejora genética y extensionismo que se desarrolla en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, en la zona de La Sierpe en condiciones de bajos insumos.

### **Hipótesis**

En la colección de accesiones de maíz disponible en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, hay una importante fuente de diversidad genética que pudiera ser incorporada por los productores en la estrategia de siembra de granos.

### **Objetivo general**

Caracterizar la colección de accesiones de maíz disponible en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, con vista a su incorporación en la estrategia de siembra de los productores en la zona de La Sierpe.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el daño foliar promedio y el coeficiente de nocividad provocado por *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, bajo condiciones de campo.
- Identificar las variedades más resistentes a *Spodoptera frugiperda* en las condiciones de secano, lo que daría mayor estabilidad al sistema agrícola del cultivo.
- Evaluar el nivel de aceptación por los productores de las accesiones de maíz disponibles en la colección de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” mediante el desarrollo de dos tipos de Ferias de biodiversidad.

# Capítulo I Marco teórico referencial de la investigación

## 1.1. Historia

El maíz era desconocido por los europeos hasta 1492. Según las crónicas los hombres de Colón lo descubrieron el 6 de noviembre de 1492, cuando exploraron la isla de Cuba, encontraron un grano que lo llamaban Ma-Hiz (vocablo Taino). Este era cultivado desde Canadá hasta la Patagonia, constituyendo el alimento básico de las civilizaciones azteca, maya, e inca. Para muchos autores el nivel cultural de estas civilizaciones no se hubiera alcanzado sin el maíz, ya que desempeñaba un papel predominante en las creencias y ceremonias religiosas como elemento decorativo de cerámicas, tumbas, templos y esculturas, siendo además motivo de leyendas y tradiciones que resaltan la importancia económica, agrícola y social de su cultivo. El maíz era considerado casi como un Dios, rindiéndole culto y siendo objeto del folklore y ritos religiosos. La primera introducción en Europa fue realizada por Colón en 1494, a la vuelta de su segundo viaje, con maíces provenientes de Cuba y Haití. Posteriormente las introducciones vendrían de México y Perú (López, 1991).

### 1.1.2 Origen

El maíz fue domesticado hace aproximadamente 8000 años en Mezo América (México y Guatemala). El ecosistema donde se desarrollaron los primeros tipos de maíz fue estacional (inviernos secos alternados con veranos lluviosos) y a una altura de más de 1500msnm ; estas características también describen el área principal ocupada por los parientes más cercanos del maíz, el teocintle (*Zea mays L. sp mexicana*) y el género *Tripsacum* (*Zea mexicana Schrader Kuntze*). Al contrario del trigo (*Triticum aestivum*) y el arroz (*Oryza sativa*), el maíz ha dejado un rastro oscurecido por su complejidad, ya que no existen formas intermedias vivientes entre el maíz silvestre y las 50 variedades de maíz que han evolucionado bajo la selección agrícola en México, los cuales en muchos casos aún son cultivados allí (Goodman y Wilkes, 1995).

Todas las evidencias indican que el teocintle es el progenitor del maíz moderno, Galinat, (1995) resumió los datos sobre el origen del maíz, indicando que el mismo fue domesticado hace más de 8000 años, a partir de una planta silvestre llamada Teocintle que significa "grano de dios". De un número grande de tipos silvestres de teocintle se seleccionaron dos tipos de plantas, con cuatro hileras de granos en cada mazorca, y al cultivar estos dos tipos juntos y aisladamente, el híbrido derivado de ellos llegó a ser el

primer maíz. El autor soporta su hipótesis sobre evidencias arqueológicas, lingüísticas, genéticas y examina un grupo de alelos presentes tanto en el maíz como en el teocintle, los cuales son la clave para dilucidar el problema.

## **1.2. Taxonomía y Morfología.**

El maíz (*Zea Mays* L.) pertenece a la división *Macrophyllphyta*, clase *Magnoliopsida*, subclase *Commelinidae*, del orden *Cyperales*, familia *Poaceae* y género *Zea* (Franco, 2005).

La planta del maíz es de porte erecto de fácil desarrollo y de producción anual, con un ciclo de vida de 110 a 150 días en dependencia de la variedad y época. Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. Estas pueden penetrar hasta dos metros y más en los 60 días posteriores a la siembra, y se extiende hasta cubrir la superficie de un círculo de 1.2 metros de radio. Sus funciones tienen carácter permanente, garantizando la nutrición mineral de la planta durante su ciclo de desarrollo.

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los cuatro metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña y presenta una médula esponjosa si se realiza un corte transversal. Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Tiene este cultivo las hojas sésiles y envainadoras. El número de hojas varía entre 8 y 48 y su longitud varia entre 30cm y 150cm . El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una

espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le suele llamar mazorca (Infoagro, 2004).

Las flores masculinas aparecen en la extremidad del tallo y están agrupadas en panículas, siendo llamadas vulgarmente por los agricultores “penachos” o “plumeros”. La mazorca está formada por una parte central llamada zuro; también conocida por los agricultores cubanos como tusa; representando el mismo del 15 al 30% del peso de la espiga. El grano se dispone en hileras longitudinales, teniendo cada mazorca varios centenares del mismo (Agroinformación, 2004).

### **1.3 Principal plaga insectil**

La palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith), constituye la plaga más importante para el cultivo del maíz en la región tropical, las pérdidas que ocasionan son cuantiosas, puede reducir los rendimientos en 0,8 t/ha de maíz seco, lo que equivale al 40 % de la producción en las condiciones de Cuba Pérez *et al.*, (1994). Durante muchos años, para reducir los efectos nocivos del insecto en cuestión, se ha dependido del uso de insecticidas químicos, que son asperjados o espolvoreados. En muchas ocasiones la efectividad ha sido baja, debido a que las aplicaciones se han realizado pasado el momento crítico de la plaga, en la etapa fenológica menos apropiada del cultivo o después que los daños son irreversibles según ( Villate *et al.* 2005).

#### **1.3.1 Características biológicas de la plaga**

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura algo maculada, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos llamativos en las alas delanteras, y las traseras son blancas. Las hembras depositan los huevos corrientemente durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en varios grupos o masas cubiertas por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo. Una hembra puede poner como promedio 1000 huevecillos en grupos de 10 a 350 en cada puesta, las larvas nacen a los tres días o menos, cuando la temperatura es elevada (> 25 °C). Las larvas al nacer se alimentan del coreón, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a las vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismos, su color varía según el alimento pero en general son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negruzca más ancha hacia el costado y otra parecida pero

amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una "Y" blanca invertida Pérez, (2002). Las larvas pasan por seis ó siete estadíos, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de lucha los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3mm y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10mm y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35mm en su último estadío. A partir del tercer estadío se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se desvaina. Las pupas son de color caoba y miden 26mm; esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta 8 -10 días que emerge el adulto.

En las condiciones climáticas de Cuba, *S. frugiperda* esta presente en cualquier época de siembra, en las realizadas en períodos de cambios estacionarios de seca a lluvia o viceversa, se manifiestan incrementos sustanciales de la plaga, causando pérdidas considerables, así como el establecimiento de estas para siembras posteriores. La influencia de los factores climáticos (temperatura máxima, mínima y media, humedad relativa y precipitaciones) y fenología del cultivo sobre el desarrollo de la plaga; se pudo apreciar que el último mencionado tiene una relación directa con esta. El incremento de la plaga se enmarca en la fase de crecimiento vegetativo hasta los 35-40 días de emergido el cultivo. El aumento de la temperatura media resulta favorable también para el desarrollo de esta, por otro lado la humedad relativa alta en las condiciones de temperatura alta, no favorecen su desarrollo. El nivel de parasitismo es superior en las siembras de Junio y Agosto según (Pérez, 2002).

### **1.3.2 Principales enfermedades**

Dentro de las enfermedades podemos encontrar el carbón común que es causado por el hongo *Ustilago maydis* (*U. zeae*) y ocurre en todo el mundo en zonas moderadamente secas a húmedas. Si bien no es una enfermedad grave, cualquier parte espiga de la planta de maíz puede ser afectada, en especial los meristemas y otros tejidos jóvenes. La mayor parte del daño ocurre cuando se infecta el meristemo apical de las plántulas. Los síntomas típicos son las agallas que aparecen en el tallo y en las hojas; la enfermedad, si aparece temprano, puede detener el crecimiento y llegar a la muerte de la planta. En las mazorcas, el hongo entra a través de los estambres y

forma evidentes agallas blancas en el lugar de los granos; cuando estas agallas se rompen escapa una masa negra de esporas que podrá infectar el cultivo (Gil, 2007).

La gran mayoría de las variedades de maíz presentan algún grado de resistencia al ataque del *Ustilago maydis* siendo las variedades de maíz dulce las más susceptibles a esta enfermedad Potaky *et al.*, (1995). La infección natural algunas veces no es muy confiable, ya que la aparición del hongo en el maíz depende de las condiciones ambientales que conducen a la infección del carbón y la asociación entre la etapa en desarrollo del hospedero durante el periodo de infección y el tejido de la planta en el cual se forman las agallas. El ataque es más frecuente en las áreas cálidas y moderadamente secas, con temperaturas de 26 a 34 °C Bolaños, (1998), además altas cantidades de nitrógeno y suelos abonados con materia orgánica parecen predisponer a las plantas al hongo. El paso de cultivadoras permite al hongo penetrar rápidamente a la planta por las heridas de esta. La alta humedad relativa (60 a 80 %) y mayor precipitación (43 a 53mm) incrementa la incidencia del hongo.

#### **1.4 Valor nutritivo del maíz**

Los granos de maíz están constituidos principalmente por un 77% de almidón (tabla 2.1), 2% de azúcar, 9 % de proteínas, 5 % de aceite y un 2 % de cenizas contetivas de calcio, magnesio, fósforo, hierro y potasio Guzmán *et al.* (1997). Se conoce que toda la proteína del maíz es de baja calidad porque la zeína es deficiente en triptofano y lisina, las que son indispensables para la nutrición animal.

Entre todos los cereales el maíz es el más rico en grasa y algunos linajes del maíz pueden contener hasta más de 7% de grasa en el grano. Más del 70% del grano del maíz esta constituido por carbohidratos, los que se hallan presentes en forma de almidón, azúcar y fibra (celulosa).



Tabla 2.1. Composición química y valor nutricional

Componentes	Amarillo	Fresco (choclo)	Morado	Harina	Sémola polenta
Energía kcal	315	129	357	381	347
Agua g	17,2	67,3	11,4	11,9	13,3
Proteína g	8,4	3,3	7,3	8,7	8,3
Grasa g	1,1	0,8	3,4	6,5	1,2
Carbohidrato g	69,4	27,8	76,2	71,2	74,0
Fibra g	3,8	1,5	1,8	3,9	1,2
Ceniza g	1,2	0,8	1,7	1,7	3,2
Calcio mg	6	8	12	64	70
Fósforo mg	267	113	328	454	58
Hierro mg	1,7	0,8	0,2	2,0	2,0
Retinol mcg	2	0	8	-	-
Tiamina mg	0,30	0,14	0,38	0,45	0,09
Riboflavina mg	0,16	0,07	0,22	0,13	0,06
Niacina mg	3,25	1,44	2,84	2,25	4,45
Acido Ascórbico Reducido mg	0,7	4,8	2,1	1,2	0,9

#### 1.4.1 Utilización del maíz.

El maíz se utiliza para tres objetivos fundamentales: como alimento humano, como pienso y/o forraje y como materia prima para gran cantidad de productos industriales. Sirve de base para la alimentación de millones de seres humanos en México, América Central, el Caribe y algunos países de América del Sur, pero en otros como Canadá, EUA y países Europeos, se utiliza principalmente en la alimentación de las aves de corral y del ganado; para lo cual utilizan además del grano, las hojas y los tallos.

En la ganadería puede emplearse como alimento, al utilizar toda la planta bien sea verde, seca, con o sin mazorca. El aprovechamiento de los sub. productos derivados de la industria, es uno de los más importante aspectos de su utilización en la alimentación animal. Se utiliza la planta y el grano en forma de forraje, ensilaje, rastrojos, piensos, afrechos y harinas.

Es el cereal del cual se obtienen más productos. Su industrialización como etapa más avanzada de su utilización, consiste en una serie de transformaciones químicas en su mayoría por medios de los procesos de molinado en seco, con humedad, la destilación y la fermentación.

Una hectárea de maíz puede producir entre 35 y 60 toneladas de forraje verde, alimento este con buen porcentaje de proteínas y energía, pudiéndose utilizar directamente o ensilarlo y conservarlo para la época en que escasean los pastos (ICA, 1986).

Dentro del marco de economías desarrolladas, también se emplea para la fabricación de distintos productos alimenticios como: harina, sémola, fécula, melaza, alcohol, celulosa, etc.

Como alimento humano se puede utilizar todo el grano, maduro o no, o bien se puede elaborar con técnicas de molienda en seco para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios, como por ejemplo, sémola de partículas de diferentes tamaños, sémola en escamas, harina y harina fina, que a su vez tienen un gran número de aplicaciones en una amplia variedad de alimentos; se debe notar que el maíz cultivado en la agricultura de subsistencia continúa siendo utilizado como cultivo alimentario básico. En lo que respecta a su aplicación como forraje, en los países desarrollados más del 60 por ciento de la producción se emplea para elaborar piensos compuestos para aves de corral, cerdos y rumiantes; en los últimos años, aun en los países en desarrollo en los que el maíz es un alimento fundamental, se utiliza un porcentaje más elevado de la producción como ingrediente para la fabricación de piensos.

Desde hace relativamente poco, el maíz «de elevada humedad» ha despertado gran interés como alimento para animales, debido a su menor costo y a su capacidad de mejorar la eficiencia en la transformación de los alimentos. Los subproductos de la molienda en seco son el germen y la cubierta seminal, el primero se utiliza para obtener aceite comestible de elevada calidad, mientras que la cubierta seminal o pericarpio, se emplea fundamentalmente como alimento, aunque en los últimos años ha despertado interés como fuente de fibra dietética Earll *et al.*, (1988); Burge y Duensing, (1989). La molienda húmeda es un procedimiento que se utiliza fundamentalmente en la aplicación industrial del maíz, aunque el procedimiento de cocción en solución alcalina empleado para elaborar las tortillas (el pan fino y plano de México y otros países de América Central) también es una operación de molienda húmeda que sólo elimina el pericarpio Bressani, (1990). La molienda húmeda produce almidón de maíz y subproductos entre los que figura el gluten que se utiliza como ingrediente alimenticio, mientras que el

germen de maíz elaborado para producir aceite da como subproducto harina de germen que se utiliza como pienso; ha habido algunos intentos de emplear dichos subproductos para el consumo humano en distintas mezclas y formulaciones alimenticias.

El aumento de los precios del petróleo ha impulsado la intensificación de las investigaciones sobre la fermentación del maíz para producir alcohol combustible, el cual tiene un uso muy difundido en algunas partes de los Estados Unidos. Con maíz fermentado se elaboran también algunas bebidas alcohólicas. Por último, también tienen importancia las aplicaciones de los residuos de la planta de maíz, que se utilizan, entre otras cosas, como alimento para animales y como base para extraer diversos productos químicos de las panojas, como por ejemplo, furfural y xilosa. Estos residuos también tienen importancia como elementos para mejorar los suelos (Gil, 2007).

#### **1.4.2 Modalidades de consumo del maíz**

El maíz se consume en muchas formas distintas, desde la sémola para polenta y pan de maíz hasta maíz para rosetas y productos como los copos de maíz Rooney y Saldivar, (1987). El grano se fermenta para elaborar ogi en Nigeria y otros países de África, y se descascara, desgermina y precruce para elaborar arepas en Colombia y Venezuela (Gil, 2007).

#### **1.5 Selección Participativa de Variedades**

La Selección Participativa de Variedades (SPV) es uno de los métodos de participación de los agricultores en el proceso de Fitomejoramiento (Witcombe, Joshi y Sthapit, 1996; Almekinders y Boef, 1999 y Witcombe, 2004).

En este proceso, a los agricultores se les da las variedades (productos terminados provenientes del fitomejoramiento) para que sean probadas en sus campos. Después de un programa exitoso de SPV, las variedades preferidas por los agricultores se pueden utilizar como progenitores en un programa de mejoramiento, en el que los agricultores participen como colaboradores activos. Esto implica mejorar y seleccionar para crear nuevas variedades y se llama fitomejoramiento participativo. Otros utilizan el término fitomejoramiento participativo para referirse al SPV de una manera más amplia (Witcombe, 2004).

El Fitomejoramiento Participativo (FP) es una metodología de mejoramiento genético de las plantas que involucra a los agricultores en el proceso de investigación, a fin de

desarrollar variedades más adaptadas a las condiciones y prácticas específicas de producción, de las zonas marginales y de acuerdo a las preferencias locales para el consumo y el mercado. Los agricultores pueden participar en el trabajo de selección. Definición del FP propuesta por Troucher, (2005). Estrategia de mejoramiento genético de un cultivo, donde los diferentes actores de la cadena productiva (agricultores, investigadores y otros) trabajan juntos en el proceso de desarrollo de las variedades.

La motivación de los productores permanece en la medida que se resuelven sus problemas de producción, y se mejore la seguridad alimentaria y el bienestar económico de las familias campesinas, además otro de los beneficios es que nos permite obtener mejores productos adaptados a las condiciones del clima, suelos, plagas y enfermedades de las diversas zonas.

### **1.5.1 Las Ferias de Agrobiodiversidad en Cuba**

De acuerdo con el Diccionario Enciclopédico UTEHA (1953), en su concepción más amplia las ferias se definen como reuniones periódicas de compradores y vendedores en fechas y lugares fijos, para realizar transacciones comerciales, constituyendo la forma predominante del comercio hasta el siglo XVIII. La feria se distingue del mercado en su duración (el mercado es permanente), su solemnidad, y por adquirir en ella gran importancia el comercio al por mayor.

La propia fuente distingue así a las ferias de muestras, como una instalación moderna de mercancías diversas, con carácter de exposición, organizada en algunas ciudades a veces con carácter internacional, con el fin de intensificar el intercambio comercial. Estas suelen contar con el apoyo de los gobiernos, cámaras de comercio, etc. En el marco de este amplio concepto, es posible distinguir la existencia de diferentes tipos de ferias, determinadas fundamentalmente por el objetivo que se persigue con ellas. Así, en términos agrícolas pueden reconocerse los tipos de ferias siguientes:

- Feria de variedades. Son aquellas cuyo objetivo principal consiste en la exposición y/o venta, de una gama más o menos amplia de variedades de una o más especies de cultivos agrícolas. Atendiendo a las particularidades de cada especie o variedad, estas pueden desarrollarse sobre la base de siembras en condiciones de campo, o a partir de la exposición de muestras vivas de ellas. De estas, se distinguen las primeras, por las posibilidades que les brindan a los participantes de valorar en toda su extensión el

comportamiento de los materiales expuestos, contribuyendo de este modo a la selección más efectiva de ellos.

- Feria de semillas. Son aquellas en las que como su nombre lo indica se organiza la exposición de una amplia diversidad de semillas, que bien pueden ser de una o varias especies diferentes. Si bien permiten la exposición de un número amplio de semillas, la selección de los mejores materiales se hace solo sobre la base de las características de los granos, limitándose de este modo la selección más eficiente de los materiales.

En Cuba, con la denominación de Ferias de Agrobiodiversidad se ha dado por reconocer aquellas reuniones de agricultores, fitomejoradores, decisores políticos, conservadores de bancos de germoplasma y líderes de organizaciones campesinas, entre otras, que realizadas en campos, previamente preparados para tales fines, persiguen el propósito fundamental de contribuir a través de la selección participativa de las variedades al mantenimiento e incremento de la biodiversidad de especies y variedades de cultivos de interés económico para los agricultores, de manera que se satisfagan las necesidades de consumo familiar y de comercialización como fuentes de ingresos de nuevos recursos. Por sus características, las Ferias de Agrobiodiversidad, en sus diferentes manifestaciones, han constituido sin dudas una importante vía para encausar el necesario flujo de semillas, de las regiones de gran variabilidad de recursos genéticos hacia aquellas donde hay poca disponibilidad de ellos, en correspondencia con lo señalado por (Ríos y Wright, 2000).

Las conocidas como Ferias de Agrobiodiversidad tienen su inicio en Cuba a finales de la década de los años 90, como una importante herramienta de trabajo del fitomejoramiento participativo, cuyo objetivo principal ha estado dirigido a facilitar el flujo de semillas del instituto de investigación hacia el agricultor y viceversa (Ríos y Wright, 2000).

Un grupo de agricultores que convergen en una feria de diversidad de frijoles en áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), en el municipio de San José de las Lajas, provincia Habana, apreciaron lo para ellos nunca visto, más de 50 variedades. Fue la primera experiencia para comenzar un gran desafío. En esta feria tuvieron la oportunidad de seleccionar un grupo de variedades según el criterio muy particular de cada uno, las cuales fueron entregadas y posteriormente sembradas en

sus propias parcelas. Es a partir de este momento cuando se inicia la experimentación campesina, los productores ven el desarrollo de cada una de las variedades que seleccionó y analizó los resultados, cuales de estas variedades se adaptan a sus condiciones ambientales y a su tecnología, una vez más enfatizando en los criterios de selección según (Valdés *et al.*, 2004).

A esta feria asistieron agricultores, científicos, profesores universitarios, estudiantes, amas de casa, decisores de política, entre otros actores locales y no locales. En este espacio se le da libre acceso a la diversidad de criterios, de variedades, de intereses, de soluciones. Tanto las variedades del sistema formal como informal de semillas han tenido espacio en la aceptación de los agricultores. Los bancos de germoplasma de las instituciones oficiales encargadas en la conservación "*in situ*", que presentaban problemas con el refrescamiento de las semillas conservadas, encontraron un espacio en las fincas de los campesinos y en las ferias de diversidad genética desarrolladas para multiplicar las semillas. Hoy día decenas de variedades provenientes de los bancos de germoplasma convencionales, forman parte del patrimonio genético de los agricultores participantes y a su vez estos han aportado nuevos materiales a sus colecciones (Valdés *et al.*, 2004).

Asimismo, se convierte en un importante complemento de los programas de mejoramiento genético que se desarrollan en numerosas especies de cultivos agrícolas, de manera tal que a través de la selección participativa de los nuevos materiales genéticos, es posible no solo minimizar el tiempo requerido para la extensión de las nuevas variedades, sino además realizar de una forma más efectiva la selección de las variedades para cada condición específica. Para el día de la feria se selecciona el momento en que la mayoría de las variedades se encuentran en un estado de madurez fisiológica, que permita que sean comparados por los seleccionadores. Estos materiales se presentan en el campo identificados solo con números, para ocultar su procedencia y no predisponer a las personas que van a seleccionar (De la Fé *et al.*, 2003).

En el ámbito agrícola en particular y motivado por la creciente necesidad de conservar e incrementar en lo posible la diversidad de especies y variedades de cultivos existentes, es que se ha venido estimulando el desarrollo de reuniones similares en diferentes regiones del mundo, sobre la base de la amplia diversidad de cultivos y

variedades existentes en cada región o país. El entusiasmo creciente que muestran los agricultores por participar en este tipo de feria, su papel en el reconocimiento y la estimulación del conocimiento, y la organización local en el manejo de recursos genéticos, permite suponer que estas formarán parte del calendario agrícola de los Andes del Perú en los años venideros (Ortiz et al., 2003).

Existe una amplia diversidad varietal en el cultivo, capaz de satisfacer las demandas de productores y consumidores, así como las necesidades de adaptación a los ambientes específicos. Lo que ahora se necesita es, precisamente, llevar a cada ambiente particular las variedades de mejor adaptación al mismo. El fitomejoramiento participativo ha constituido el mecanismo necesario para satisfacer esta necesidad técnica para aumentar los rendimientos, la diversidad de oferta, y la estabilidad y seguridad de la producción de este renglón alimenticio según (Quintero *et al.*, 2006).

## **Capítulo No 2 Caracterización morfoagronómica del banco de germoplasma de maíz**

### **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en la UEB “Transporte”, perteneciente al Complejo Agropecuario Industrial (CAI) “Sur del Jíbaro” del municipio La Sierpe, ubicado en la región central de Cuba en la parte sur del territorio, sobre suelos ferralíticos amarillentos según la última clasificación. Este trabajo se ejecuto con el objetivo de caracterizar morfoagronómicamente, las accesiones de la colección de germoplasma de maíz existente en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” y colectas de la zona. Se tuvo en cuenta los niveles de daños provocados por la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda* Smith.) (*Lepidoptera: Noctuidae*) en cada accesión, las principales características morfológicas de las plantas, las mazorcas y los granos; así como los rendimientos agrícolas en base a grano seco.

#### **2.1. Caracterización morfoagronómica**

Se efectuó una preparación de suelos tradicional. La siembra se realizó el 16 de Abril del 2009 en cinco surcos de 4,8m de largo, para cada una de las 25 accesiones objeto de estudio, a una distancia de 0,90 x 0,30m, depositando tres granos por golpe. A los nueve días posteriores a la emergencia, se efectuó un raleo para dejar una planta por nido y lograr una densidad de 40000 plantas/ha. Previo a la siembra, la semilla fue embebida en agua durante 16 horas. A causa de la cantidad de accesiones en estudio no se replicó el trabajo, con un diseño de parcelas divididas (Figura 3.1) propio de la naturaleza de estudio, donde las replicas son en el tiempo. El área total del experimento fue de (0.09ha).



1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

**Figura: 3.1 Representación esquemática del diseño experimental.**

La plantación se condujo bajo criterios de mínimos insumos, sin la utilización de fertilizantes, plaguicidas y riegos de agua. La humedad existente en el suelo, consecuencia de las precipitaciones ocurridas, fue la que permitió el desarrollo de las distintas fases del cultivo. Se realizaron dos aporques con tracción animal y dos labores de limpieza manual con guatacas.

La identificación y procedencia de las accesiones de la colección de maíz estudiada se muestran en el anexo 1, entre las que se encuentran híbridos y variedades comerciales, y "genotipos o variedades locales", a las que en ocasiones también se les identifica como variedades criollas o campesinas, en alusión a las selecciones realizadas empíricamente por los propios campesinos años tras años sobre los cultivares que históricamente han cultivado, y que en ocasiones han estado sometidos a este tipo de mejora por más de 30 años, llegando a constituir finalmente un nuevo cultivar o variedad local.

### **2.1.1. Daño foliar promedio DFP y Coeficiente de nocividad**

Según estudios realizados por Fernandes (2002), el único insecto que causa pérdidas de área foliar en plantaciones de maíz es la *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, lo que asegura que cuando se realice el muestreo los datos tomados sean 100 % causados por esta plaga y sus daños son evidentes en todo momento, realizando comúnmente su daño en la parte terminal de la planta o cogollo, desde la emergencia de las plantas hasta la aparición de las espigas.

Los daños ocasionados por la palomilla (*S. frugiperda*) al follaje de las plantas fueron evaluados en tres momentos, a los 10, 25 y 40 días posteriores a la emergencia en 25 accesiones de maíz (anexo1). La decisión de realizar las evaluaciones en esos tres momentos está basada en los resultados obtenidos por Dueñas (1998) y Fernández(2001), a partir de estudios realizados sobre la dinámica de la plaga. En cada planta se revisaron el verticilo y las dos últimas hojas con el collar (lígula) del pecíolo visible y el cogollo, cada planta fue evaluada individualmente de acuerdo a las características del daño foliar ocasionado por la palomilla y el porcentaje de ataque según la metodología utilizada por Fernández, (2001). Las evaluaciones se realizaron siempre a todas las plantas del surco central de la parcela de cada accesión, que fueron 20 plantas; teniendo como unidad de evaluación al conjunto del follaje de la planta completa, no hojas individuales.

Las características del daño foliar fueron evaluadas mediante una escala de cuatro grados:

- D0= no aparecen afectaciones por palomilla
- D1= esqueletización, daño en la epidermis, el insecto roe las dos epidermis, sin tocar la nervadura. Follaje afectado del 1-10 %.
- D2= roedura de forma irregular en forma de franja, ventana o círculos en la hojas y abundantes orificios dispersos. Follaje afectado del 11-30 %.
- D3= Múltiples orificios distribuidos en casi todo el follaje y grandes afectaciones en la zona del cogollo. Follaje afectado en más del 30 %.

Estudio realizado por Fernández (2001), demuestran que esta escala visual es el método más rápido y confiable de determinar la magnitud del ataque de la plaga. Se

calculó el daño foliar promedio DFP, aplicando la fórmula propuesta por (Fernández 2002).

$$\text{DFP} = [\sum (\text{A} \times \text{B})]/\text{N}$$

donde

DFP daño foliar promedio

A: Frecuencia (número de observaciones) de cada valor).

B: Valor de las observaciones (entre 0 y 3, de acuerdo a la escala de daños).

N: Número total de observaciones realizadas (plantas examinadas).

Para cuantificar, no sólo la presencia e importancia de la plaga en el cultivo sino también para expresar la correlación existente en tanto por ciento, entre las tres evaluaciones, se calculó el coeficiente de nocividad de la plaga. Aceptando como umbral de daño entre el 15 y 20 por ciento de infestación larval..

$$\% \text{ A} = (\text{PA} / \text{PT}) \times 100$$

donde

% A = coeficiente de nocividad

PA = plantas atacadas

PT = plantas totales

## 2.2 Evaluaciones morfométricas durante el ciclo de cultivo

Las evaluaciones se realizaron durante el ciclo de cultivo acorde al descriptor varietal de maíz propuesto por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Muñoz *et al.*, 2004).

Las mediciones en campo se ejecutaron a los 85 días posteriores a la emergencia en 20 plantas por cada una de las 25 accesiones valoradas (anexo 1). Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- 1- Diámetro del tallo (cm.): medido en el centro del entrenudo situado debajo del nudo de origen de la mazorca principal (superior).
- 2- Altura del tallo (cm.): tomada desde el punto de inserción de las raíces en el suelo hasta el nudo de inserción de la base del pedúnculo de la espiga (inflorescencia masculina).

3- Altura de inserción de la mazorca principal (superior) (cm.): Tomada desde el punto de inserción de las raíces en el suelo hasta el nudo de origen de la mazorca superior.

### 2.2.1. Evaluaciones postcosecha

La cosecha se realizó en función del ciclo de cada accesión, el que oscila entre los 110 y 135 días posteriores a la emergencia, según la metodología de evaluación y descripción recomendada por el CIAT Muñoz *et al.*, (2004). Se evaluaron 20 mazorcas de cada una de las 25 accesiones en estudio en esta etapa.

#### Variables cuantitativas

Comportamiento cuantitativo de las evaluaciones a partir de la metodología reportada por Quintero *et al.*; (2006), teniendo en cuenta las siguientes consideraciones (tabla 3.1).

Tabla 3.1 Denominación del comportamiento de los tratamientos

Categoría de comportamiento	Condición
Sobresaliente	$X_i > (X_g + ET)$
Bueno	$X_g \leq X_i \leq (X_g + ET)$
Regular	$(X_g - ET) \leq X_i < X_g$
Malo	$X_i < (X_g - ET)$

**Leyenda:**  $X_i$ : media particular de rendimiento de cada accesión

$X_g$ : media general de rendimiento para todo el conjunto de accesiones .  $ET$ : Error estándar de la media general.

1. Número de hileras de granos por mazorca.
2. Peso total de la mazorca despajada (g).
3. Longitud total de la mazorca despajada (cm.).
4. Longitud de la parte de la mazorca con granos (cm.).
5. Número granos por hileras.
6. Peso total de los granos de la mazorca (g)
7. Diámetro de la mazorca despajada (cm).
8. Diámetro del raquis (tusa) de la mazorca (cm)
9. Rendimiento en grano (t/ha), calculado a partir de la producción obtenida por cada accesión, a nivel experimental.

### **Variables cualitativas**

1. Color de los granos (Blanco, Amarillo, Rojo, Morado Claro y Jaspeados).
2. Color de las brácteas de las mazorcas (Blanco, Blanco-Morado (*El 75 % o más de la superficie es Blanco*), Morado-Blanco (*El 75 % o más de la superficie es Morado*) y Morado).
3. Color del raquis (tusa) de la mazorca (Blanco, Rosado, Rojo, Morado Claro y Morado Oscuro).
4. Forma de la mazorca (Cilíndrica, Ligeramente Cónica, Cónica).
5. Disposición de las hileras de granos e las mazorcas (Rectas, Ligeramente Curvas, en Espiral a la izquierda, en Espiral a la derecha, bifurcadas, sin orden).

### **2.3. Ferias de Agrodiversidad**

Se realizaron dos ferias de agrodiversidad de maíz en el municipio La Sierpe de la provincia Sancti Spíritus, en los meses de julio y septiembre de 2009. Se ejecutaron las dos modalidades de ferias:

1. Ferias en Campo.
2. Ferias Post-cosecha.

**Feria en campo:** Se efectuó a los 97 días de sembrado el cultivo (22 de Julio del 2009). En la unidad experimental donde se realizó la feria, las parcelas estaban separadas entre sí por un surco vacío y pasillos frontales de un metro, ambos para permitir la movilidad de los seleccionadores el día de la feria.

A cada uno de los seleccionadores participantes en la feria se le entrego una planilla de selección (anexo 2), con los caracteres más comunes y líneas vacías para que adicionaran otros si lo entendían oportuno. Cada seleccionador tenía el derecho de escoger cinco de las accesiones que más le gustaran para llevar a su finca. Las accesiones expuestas en cada feria aparecen relacionadas en el anexo 1.

**Feria postcosecha:** Se realizó a los 20 días de la cosecha, exponiendo siete mazorcas de cada accesión, cuatro con brácteas y tres despajadas (sin brácteas), acompañándolas con una ligera descripción como la que se muestra a continuación:

Variedad ----- #  
Altura del Tallo (cm) -----  
Altura de la Mazorca(cm)-----  
Grosor del Tallo (cm)-----  
Ciclo de Cosecha (Días)-----

#### **2.4. Procesamiento estadístico de los datos**

Los datos referidos a los rendimientos y características morfométricas como variable respuesta del cultivo, fueron analizados y procesados estadísticamente por el paquete estadístico SPSS versión 11.5 para el Microsoft Windows. Los resultados de las evaluaciones de cada accesión se sometieron a una clasificación automática (cluster), para un agrupamiento de las mismas en base a sus características morfológicas

### **3. RESULTADO Y DISCUSIÓN**

A los cinco días posteriores a la siembra ya había ocurrido el 95 % de la germinación, y a los 10 días siguientes (15 días posteriores a la siembra) ya se observaba una amplia incidencia de *S. frugiperda*, coincidiendo con lo planteado por Dueñas (1998), al señalar que las afectaciones por palomilla al follaje del maíz comienzan a los 10 días posteriores a la germinación.

#### **3.1 Daño foliar promedio**

Según investigaciones realizadas por Fernández (2001), en la zona oriental del país, citado por Gil (2007), y demostrado en experimento llevado a cabo en la provincia Villa Clara en cuanto a la dinámica poblacional de *S. frugiperda* sobre la base de los porcentajes de infestación, señala que en todos los casos analizados esta plaga sigue el mismo patrón, con un aumento creciente desde el inicio hasta alcanzar un máximo entre la cuarta y sexta semanas después de la germinación. Posteriormente ocurre un decrecimiento notable en las poblaciones, que dejan de ser importantes, aunque se mantienen durante todo el período de formación y llenado del grano de las mazorcas. Los resultados de intensidad de ataque obtenidos a partir de las evaluaciones realizadas con la escala utilizada en esta investigación, no fueron contrapuestos con los de otras ya validadas, no obstante si pudo discernirse muy claramente la existencia de diferencias entre las accesiones al ser afectadas por la palomilla, llegándose a formar grupos en relación con los niveles de daños ocasionados por este insecto de manera

diferenciada en las 25 accesiones de maíz valoradas en cada uno de los muestreos realizados (anexo 3).

En la tabla 4.1 se muestran los agrupamientos de las accesiones respecto a la intensidad de ataque de la palomilla a los 10, 25 y 40 días posteriores a la emergencia respectivamente, a partir del análisis de cluster que es una técnica cuya idea básica es agrupar un conjunto de observaciones en un número dado de clusters o grupos. Este agrupamiento se basa en la idea de distancia o similitud entre las observaciones. En el muestreo realizado a los 10 días las variedades que se aglomeraron en el grupo 1 (cluster 1) que represento el 36% de las accesiones, el DFP fue superior a la media general de la evaluación en 0.02 no así en el grupo 2 (cluster 2) que represento el mayor número de variedades y se comporto por debajo de la media general en 0.01

A los 25 días el cluster 2, el más grande, agrupa el 48 % de las accesiones formado por 12, que representó la intensidad de ataque más alta, mientras que se agruparon en el grupo 3 la menor intensidad de ataque con 1.15 como media. Sin embargo, ya a los 40 días el cluster 1 (el mayor) agrupó el 48 % de las accesiones con la media de daño más baja, mientras que el cluster 2 agrupó el 40 % de las accesiones. El cluster de más baja intensidad de ataque en este momento fue el 1, con una media de 0.091, el de mayor intensidad de ataque a los 40 días fue el cluster 3, integrado por las accesiones 1,2 y 13, de lo cual se deduce que éstas tres son las accesiones que muestran mayor tolerancia al ataque de esta plaga.

Tabla: 4.1 Resumen del análisis de Cluster para el Daño foliar promedio en los tres muestreo realizados.

Momento	Grupo	Miembros	Porcentaje %	Media	Media total
10 Días	1	9	36	0.67	0.65
	2	16	64	0.64	
	Cluster	Accesiones que se agrupan			
	1	1, 2, 4, 7, 19, 20, 22, 23, 25,			
	2	3,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,21,24			
Momento	Grupo	Miembros	Porcentaje %	Media	Media total
25 Días	1	7	28	1.4	1.37
	2	12	48	1.47	
	3	6	24	1.15	
	Cluster	Accesiones que se agrupan			
	1	1, 6, 8,9,10,11,13			
	2	2, 3, 4, 5,7, 12, 14,15, 16, 17,18,20			
	3	19, 21, 22,23,24,25			
Momento	Grupo	Miembros	Porcentaje %	Media	Media total
40 Días	1	12	48	0.091	0.25
	2	10	40	0.35	
	3	3	12	0.56	
	Cluster	Accesiones que se agrupan			
	1	9,12,14,15,16,17,18,20,21,22,24,25			
	2	3,4,5,6,7,8,10,11,19,23			
	3	1,2,13			

En la tabla 4.2 se refiere la evolución del daño foliar promedio según la escala adoptada durante el investigación, en el anexo 3 se aprecia el resultado del daño foliar promedio y en el anexo 4 se grafica la dinámica de la plaga durante los tres muestreos, notándose claramente que a los 25 días posteriores a la emergencia ya habían accesiones que el nivel de daño es considerable, sin poderse determinar claramente la respuesta de las variedades ante el ataque de la palomilla.

Los mayores daños en el muestreo realizado a los 10 días fueron D0, por lo que podemos afirmar que en estos momento predominaba las plantas sanas, por el contrario a los 25 días no se comporta igual, ya aquí la mayor cantidad de plantas tenía daños en forma de ventanas (D2), ocasionados por la plaga coincidiendo con la dinámica descrita por (Fernández 2001) y (Gil, 2007).



Tabla: 4.2 Evolución del porcentaje de plantas con diferentes grados de daño

Accesiones	% de plantas dañadas											
	Muestreo a los 10 días				Muestreo a los 25 días				Muestreo a los 40 días			
	DO	D1	D2	D3	DO	D1	D2	D3	DO	D1	D2	D3
1	50	10	40	0	40	10	50	0	75	0	25	0
2	55	30	15	0	40	0	35	25	70	0	20	10
3	45	15	40	0	30	5	30	35	85	0	10	5
4	60	10	30	0	30	5	35	30	75	0	25	0
5	80	5	15	0	50	0	40	10	85	0	15	0
6	55	10	35	0	20	0	45	35	90	0	5	5
7	45	5	50	0	40	20	35	5	85	0	10	5
8	50	10	40	0	65	0	35	0	85	0	0	15
9	45	20	35	0	25	5	55	15	95	0	5	0
10	65	15	20	0	40	40	20	0	85	0	10	5
11	45	10	45	0	25	5	60	10	85	0	15	0
12	70	10	20	0	29	12	53	6	95	0	5	0
13	60	15	25	0	0	0	100	0	75	0	25	0
14	75	5	20	0	25	0	67	8	91	0	9	0
15	60	20	20	0	33	17	42	8	90	0	10	0
16	70	10	20	0	25	15	40	20	95	0	5	0
17	65	15	20	0	10	20	55	15	100	0	0	0
18	50	25	25	0	22	17	56	5	94	0	6	0
19	55	20	25	0	30	0	55	15	85	0	5	10
20	60	10	30	0	15	8	62	15	100	0	0	0
21	65	15	20	0	32	26	42	0	94	0	6	0
22	60	20	20	0	44	6	39	11	85	5	10	0
23	70	20	10	0	50	5	45	0	85	5	10	
24	70	20	10	0	45	0	50	5	94	0	6	0
25	75	5	20	0	40	20	20	0	100	0	0	0
Total	60	14	26	0	33	9	47	11	88	1	9	2

**Legenda: D0: sin daño, D1: daño en la epidermis sin perforaciones; D2: hojas con perforaciones o ventanas y D3: cogollo dañado**

### 3.1.1 Coeficiente de nocividad

En la tabla 4.3 se muestra el coeficiente de nocividad ocasionado por la incidencia de la palomilla en cada momento en el conjunto de accesiones estudiadas (anexo 3). A los 25 días ya el 44.67% de las plantas evaluadas como media de la observación presentaban lesiones. La intensidad de ataque muestra diferencias significativas entre cada uno de los tres momentos (tabla 4.3), con una tendencia ascendente (anexo 5). Las variedades 18 y 22 son las que reportan el mayor grado de daño a los 10 días, a los 25 días la accesión 13 muestra el índice más alto con el 100% de sus plantas

afectadas. En la figura 3.1 se muestra la tendencia del coeficiente de nocividad alcanzando su máximo valor en el muestreo que se realizó a los 25 días, coincidiendo con las descripciones de la dinámica de la plaga planteada por Fernández (2002). Según plantean Murua y Virla (2004), mientras mayor sea el valor del coeficiente de nocividad mayor es el daño que se reporta de la plaga.

En las muestras analizadas a los 40 días la variedad 13 sigue manteniendo los mayores niveles de afectación, superior a la media total del experimento en el momento de la observación. Las accesiones que se agruparon en el cluster 2 que representan el 24% de las variedades son las de menor daño con un valor medio de 0,57, para esa fecha la media total de la observación fue de 6,34.

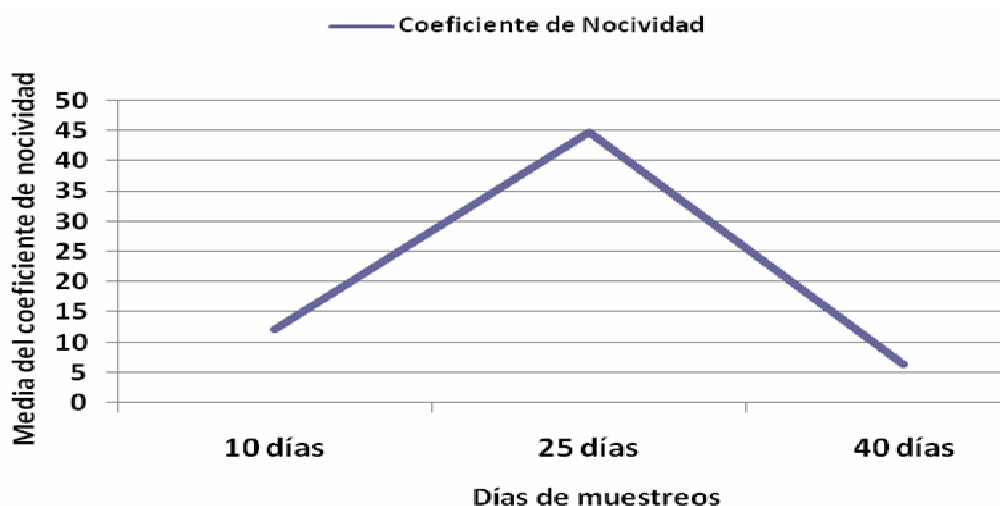


Figura: 3.1 comportamiento de la plaga según el coeficiente de daños.

Tabla: 4.3 Resumen del análisis de cluster para el coeficiente de nocividad en los tres muestreos realizados.

Momento	Grupo	Miembros	Porcentaje %	Media	Media total
10 Días	1	16	64	13,48	12,16
	2	7	28	7,1	
	3	2	8	19.26	
	Cluster	Accesiones que se agrupan			
	1	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,13,15,17,19,20,21			
	2	5,12,14,16,23,24,25			
	3	18,22			
Momento	Grupo	Miembros	Porcentaje %	Media	Media total
25 Días	1	14	56	22,73	44,67
	2	6	24	62,57	
	3	5	20	84.62	
	Cluster	Accesiones que se agrupan			
	1	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,19,23,24,25			
	2	11,12,15,16,21,22			
	3	13,14,17,18,20			
Momento	Grupo	Miembros	Porcentaje %	Media	Media total
40 Días	1	18	72	7,84	6,34
	2	6	24	0,57	
	3	1	4	25	
	Cluster	Accesiones que se agrupan			
	1	1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,14,15,16,18,19,21,23			
	2	9,17,20,22,24,25			
	3	13			

### 3.2 Evaluaciones morfométricas durante el ciclo de cultivo

En el anexo 6 se muestran los resultados de las evaluaciones de diámetro y altura del tallo así como la altura de inserción de la mazorca principal, valores promedios que caracterizan dichas accesiones. Para la interpretación de éstos resultados se acudió al análisis de cluster, formando tres grupos homogéneos y diferentes entre ellos, en el cluster 1 se agruparon el mayor número de accesiones con similitud.

El diámetro de la mayoría de las accesiones oscila entre 1.9 y 2.12cm, solamente las accesiones 6, 7, 8, 10, 11,20 superan los 2.12cm. En términos generales, se observa que en el cluster 2 se agrupan el 36 % de las accesiones, las que muestran valores intermedios de diámetro y altura del tallo, así como de la altura de inserción de la

mazorca principal (anexo 6). Sobresale la accesión 13 con la menor altura y diámetro del tallo, así como la menor altura de inserción de la mazorca principal.

### **3.2.1 Comportamiento cualitativo de las accesiones evaluadas según la categoría de respuesta del rendimiento**

Los resultados presentados en el anexo 7 indican que 11 accesiones alcanzaron rendimientos catalogados como sobresalientes, superiores a la media general de la unidad experimental más el error estándar, mientras que nueve accesiones alcanzaron rendimientos catalogados de malo, es decir la media partícula de cada una de las parcelas donde están representadas este grupo de variedades es menor que la media general menos el error estándar. Solo cinco accesiones se catalogaron de bueno a regular.

#### **Variables cuantitativas**

En el anexo 8 aparecen los valores medios de las variables evaluadas en la postcosecha, los que caracterizan el comportamiento de las accesiones estudiadas. En el análisis de agrupamiento automático aplicado se formaron tres clusters (anexo 8), agrupándose el 64 % de las accesiones en el cluster 1, respecto a los valores medios de las nueve variables evaluadas.

Se observa además que la accesión 1 (cluster 1) presenta el rendimiento más alto, con un valor de 4,68 t/ha, y el menor se registra en la accesión 25 (cluster 3) con 0,076 t/ha.

El hecho de que el mayor número de accesiones presenten mazorcas con 12 y 14 hileras, puede ser consecuencia de la selección que han realizado los campesinos y fitomejoradores durante años, la que ha estado basada principalmente en la demanda del mercado de mazorcas con las hileras regularmente distribuidas (Martínez, Ortiz y Ríos, 2003).

#### **Variables cualitativas**

**El color del grano** predominante y proporciones de éstos, características de cada accesión, se muestran en el anexo 9. Para el examen general del comportamiento de esta variable en el conjunto de accesiones evaluadas, se observa que los granos de tipo jaspeado predominaron. Esta relación está en correspondencia con la composición de la colección de maíz evaluada, donde predominan las accesiones seleccionadas y mantenidas por campesinos, los que por distintas razones y hábitos de consumo rechazan los maíces de tipo dentado, prefiriendo los de tipo jaspeado.

Al realizar algunos cálculos a partir de los datos expuestos en el anexo 9, puede constatarse que los granos de tipo amarillo se presentan en el 44 % de las accesiones evaluadas. Solamente la accesión 15 presenta un solo tipo de grano, lo que representa el 4% del total de las variedades (anexo 9).

**Raquis de la mazorca**, características típicas de cada accesión, se muestran en el anexo 9; caracteres estos de gran importancia para la identificación fenotípica en colecciones de maíz. Las accesiones con mazorcas de raquis color blanco predominan en la colección estudiada; en la que el 96 % de las accesiones, en distintas proporciones, presentan mazorcas de raquis blanco, siendo la 3 la única que en el total de sus mazorcas no predomino esta característica.

**El color de las brácteas y el tipo de cobertura de las mazorcas** característico en cada genotipo estudiado, aparecen reflejados en el anexo 10. La cantidad de mazorcas con **brácteas de color** blanco, es superior a las que presentan el morado o partes de ellas, basta con observar los resultados que se muestran en el anexo 10. Este es un caracter al cual los campesinos le conceden gran importancia en función de los destinos de la cosecha. Si la producción se destina al consumo fresco, son preferidas las accesiones que mantienen sus brácteas de color verde durante el ciclo vegetativo, correspondiendo a las de color blanco una vez realizada la cosecha para grano seco. Por el contrario, si la cosecha se destina a la producción de grano seco con almacenamiento rústico en pilón, los productores eligen las variedades con predominio de brácteas color morado, al atribuirles menor incidencia de plagas de almacén.

**La cobertura o cierre de las mazorcas por las brácteas** es un caracter de suma importancia, ya que de su calidad depende en gran medida la resistencia al ataque de las plagas que afectan a los granos, tanto en el campo como en la postcosecha. En el caso de la colección evaluada, la mayoría de las accesiones presenta la categoría de regular. Solo el 28% alcanzo la categoría de excelente con respecto a esta variable. La peor categoría de cobertura (completamente inaceptable) solamente apareció en la accesión 25 (anexo 10). Este resultado es un indicador de buena calidad para el germoplasma evaluado.

**La forma de la mazorca y disposición de las hileras de granos** características de cada accesión estudiada, aparecen reflejadas en el anexo 11. Los cálculos realizados a

partir de los datos evaluados nos permiten aseverar que no se presentaron accesiones con mazorcas cónicas, las que generalmente son rechazadas por los productores y fitomejoradores, debido a que en éstas mazorcas la cobertura por las brácteas es menos eficiente, al alcanzarse menor compresión de las brácteas y cierre menos hermético de la zona apical de la mazorca. En esta evaluación predominaron las accesiones con mazorcas de forma ligeramente cónica y cilíndrica

**La variable disposición de las hileras de granos**, muestra una clara tendencia al predominio de las hileras rectas y ligeramente curvas en general (anexo 11). En los trabajos de mejora genética del maíz el tipo de hileras rectas es elegido sobre los demás.

Los campesinos generalmente seleccionan los genotipos de mazorcas con hileras de tipo recta, lo que les permiten tener mayor éxito en el mercado al resultar más atractivas este tipo de mazorcas, las que además presentan un relativo mayor número de hileras que las que tienen una disposición irregular (Martínez, Ortiz y Ríos, 2003).

Las diferencias manifestadas entre las distintas accesiones evaluadas muestran que existe diversidad morfológica en la colección estudiada, en la que predominan en cantidad las accesiones locales o campesinas, respecto a las variedades e híbridos comerciales; coincidiendo con Almekinders (2001) quien reporta que los campesinos son los principales “dueños” de la diversidad genética de los cultivos.

La variabilidad genética presente dentro y entre poblaciones de maíz ha sido reconocida como una de las más abundantes del reino vegetal. Mucha de esta variabilidad es debido a factores unitarios que han sido identificados a través del tiempo y que controlan caracteres fácilmente visibles tales como colores, formas y estructuras (Fontana y González, 2000).

### **3.3 Ferias de Biodiversidad**

Las dos modalidades de ferias desarrolladas fueron de gran interés y utilidad para los productores participantes.

De las 25 accesiones expuestas en las ferias de diversidad fueron seleccionadas al menos una vez 17, para un 68 % (anexo 12), lo que significa que se aumentó la diversidad del cultivo del maíz en el municipios La Sierpe, con la introducción de 17

nuevas accesiones de maíz provenientes de diferentes zonas del país, lo que permitirá enfrentar con mayor éxito las adversidades que se puedan presentar en relación con la producción de este cultivo, y además permitirá a los campesinos aumentar los rendimientos sin el aumento de insumos agroquímicos. La selección por parte de los campesinos, en general incluyó accesiones de maíz de una gran diversidad de orígenes y categorías, seleccionando accesiones provenientes del INCA y la Empresa de semilla de Sancti Spíritus, tanto accesiones locales como variedades comerciales e híbridos.

García (2001) plantea que Los campesinos conservan en la práctica la diversidad genética, manteniendo las accesiones tradicionales, la mayoría de ellas utilizada para la subsistencia de la familia. La elección de los genotipos que se van a cultivar depende de la decisión de cada campesino en cada una de las fincas.

Los materiales que mayor cantidad de votos alcanzaron en las ferias fueron: 1, 8, 2, 6 y 5 (anexo 12). Los criterios más utilizados por los campesinos para seleccionar las variedades expuestas en las ferias se muestran en el (anexo13). Obteniendo mas votos los caracteres relacionados con las características de la mazorca.

En la tabla 4.4 se muestran los atributos más importantes de los materiales seleccionados. Se debe señalar que en cuanto al color del grano, el amarillo fue el más seleccionado y en cuanto al color del raquis, el blanco. Algunos seleccionadores consideraron importante el caracter de mazorcas finas, pero en esos casos vinculados a los tipos de maíces "argentinos," los que poseen el raquis muy fino y granos grandes, lo que generalmente está correlacionado a altos porcentajes de desgrane (% en peso de los granos/mazorca).

Tabla 4.4: Relación de las accesiones seleccionadas con sus características más relevantes en las dos modalidades de feria.

No	Ferias en el campo				No	Feria postcosecha				
	Mg	Cm	MG	TG		Dm	Raq	NH	LTM	Col
1	13	8	10	9	1	14	6	13	12	11
2	5	6	0	0	2	4	3	5	10	2
5	7	5	4	3	5	6	5	6	6	4
6	10	3	6	5	6	8	7	11	7	9
8	17	8	10	11	8	10	11	12	9	10

**Leyenda:** Mg: mazorca grande  
 Cm: cierre de la mazorca  
 MG: mazorca gorda  
 TG: Grano grande  
 Dm: Diámetro de la mazorca  
 Raq: color del raquis  
 NH: Número de hileras  
 LTM: Longitud total de la mazorca  
 Col: color del grano (Amarillo)

Teniendo en cuenta la selección por sexo, se puede apreciar que los hombres seleccionaron mayoritariamente las accesiones 1, 2, 5, 6 y 8 mientras las mujeres prefirieron la 1, 6 y 8 (anexo 14). Por criterios las mujeres se inclinan al color del grano y los hombres por la mazorca grande y de buen cierre (anexo 15), por lo que se aprecia que para las mujeres, los caracteres seleccionados están relacionados con la parte culinaria y para los hombres los relacionados con la conservación y protección contra plagas e indicadores productivos.

Nuestros resultados concuerdan con lo planteado por Ríos *et al.*(2006) al señalar que dentro de las características básicas de los sistemas locales de semillas, deben ser considerados los criterios de selección de los productores, componente que resulta ser esencial y variable: esencial por la importancia de identificar cuál es la diversidad que le interesa a los productores, para así enfocar acertadamente la mejora de plantas a sus necesidades; y variable porque dichas preferencias pudieran estar condicionadas a las propias demandas del mercado, la familia y/o intereses de otros grupos de agricultores en el tiempo y el espacio.



## 5. CONCLUSIONES

1. Se acepta la hipótesis que en la colección de maíz disponible en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, hay una importante fuente de diversidad genética que pudiera ser incorporada por los productores en la estrategia de siembra de granos.
2. Existe una reacción diferencial frente al ataque de *S. frugiperda* en las diferentes accesiones estudiadas, con mayor incidencia de la palomilla a los 25 días posteriores a la emergencia y la más baja intensidad de ataque a los 40 días.
3. Se obtiene la menor intensidad de ataque en las accesiones 5 y 8, y la mayor intensidad de ataque en la accesión 13.
4. Existe buen nivel de aceptación por los productores de las accesiones de maíz expuestas en las ferias.

## **6. RECOMENDACIONES**

1. Realizar experimentos en los que sean incluidas las accesiones 1, 2, 5, 6 y 8, en virtud de comprobar como se manifiestan ante la incidencia de *S. frugiperda*.
2. Incluir los métodos de selección participativa de germoplasma en las actividades de extensión, por resultar eficientes en la diversificación de los agroecosistemas.
3. Poner a disposición de los investigadores, profesores, productores y estudiantes los resultados obtenidos en esta investigación, en función de que dispongan de la información necesaria para la identificación de cada una de estas accesiones, así como de la información básica de este germoplasma para la realización de trabajos de mejora genética y extensionismo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Agroinformación.; El cultivo del maíz (apartado 1 al 4.1). En página Web:<http://canales.laverdad.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/maiz>. (Consultado el 02/07/2006). 2004.
- Almekinders, C. 2001. Local and formal system of plant genetic resource management. *Management of Crop Genetic Diversity at Community Level*, Eschborn, January. pp 5-7.
- Almekinders, C. y Boef. W.: The Challenge of Collaboration in the Management of Crop Genetic Resources. ILEIA Newsletter 3 – 4: 5 – 7. 1999.
- Bolaños, T. J. F. 1998. Guía fitosanitaria para el cultivo del maíz. Publicaciones Sanidad Vegetal. [http:// www.iicasaniet.net/pub/soft/fotorep/maiz/indice.htm](http://www.iicasaniet.net/pub/soft/fotorep/maiz/indice.htm).
- Bolaños, T.: Guía fitosanitaria para el cultivo del maíz. Publicaciones Sanidad Vegetal. [http:// www.iicasaniet.net/pub/soft/fotorep/maiz/indice.htm](http://www.iicasaniet.net/pub/soft/fotorep/maiz/indice.htm). 1998.
- Bressani, R., Benavides, V., Acevedo, E. y Ortiz, M. Changes in selected nutrient contents and in protein quality of common and quality-protein maize during tortilla preparation Cereal Chem.. 67(6): 515-518. 1990.
- Burge, R. y Duensing, W.: Processing and dietary fiber ingredient applications of corn bran. Cereal Foods World 34: 535-538. 1989.
- De la Fé, C., C., Ríos, H., Ortiz, R., Martínez, M., Acosta, R., Ponce, M., Miranda S. y Moreno, I.: Las Ferias de Agrobiodiversidad. Guía metodológica para su organización y desarrollo en Cuba. En Revista Cultivos Tropicales (INCA) 24 (4) 2003. pp. 95 – 106. 2003.
- Dowswell, C.D., Paliwal, R.L. and Cantrell, R.P. Maize in the third world. Boulder, CO, USA, Westview Press. 1996.
- Dueñas, M.: Evaluación de la puesta en practica del Manejo integrado del cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) (Criterio de sostenibilidad aplicado en la provincia de Cienfuegos). Tesis presentada en opción al título académico de máster en agricultura sostenible p. 79. 1998.
- Earll, L., Earll, J., Navjokaitis, S., Pyle, S., McFalls, K. y Altschul, A.: Feasibility and metabolic effects of a purified corn fiber toad supplement. .J. Am. Diet. Assoc.. 88: 950-952. 1988.
- FAOSTAT,; Base de datos estadísticos. (INTERNET: [fao.org/maiz.htm](http://fao.org/maiz.htm)).(Consultado el 03/07/2009.) 2009
- Fernández, T. J. 2001. Ecología y elementos para el control biológico y cultural de insectos plagas del maíz en cuatro municipios de la provincia Granma, Cuba. Tesis

- presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba. 169 p.
- Fontana, H. y González C. 2000. El maíz en Venezuela.
- Franco, F. Lista oficial de plantas para ingenieros agrónomos. 2005.
- Fuentes, Felicita; Abreu, E.; Fernández, E. y Castellanos Magaly.: Experimentación agrícola. Ed. Félix Varela. El Vedado. Ciudad de La Habana, Cuba. 1999.
- Galinat, W. C. 1995. The origin of Maize grain of humanity. *Economy Botany* 49(1):3-12.
- García, M. 2001. Integración y manejo de la conservación "in situ" de recursos fitogenéticos de los huertos caseros en la reserva de la Biosfera. *Agricultura Orgánica*, año 7, No. 1, pp 11-13.
- Gil, V. D.: Caracterización y selección participativa de germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) TM (tesis de Maestría). Tutor: Dr. C. Reinaldo Alemán Pérez. Facultad de Ciencias Agropecuaria. UCLV, Cuba. 2007.
- Goodman, M. y Wilkes H.: Mystery and Missing Links: The origin: of Maize. In: Taba S. *Maize Genetic Resources*. México. 1995.
- Guzmán, José de J.; R.A.Caballero; Robi y M. Torres. Manual de Producción de maíz. Experiencias y recomendaciones. Instituto de Investigaciones Agrícolas "Liliana Dimitrova":.La Habana, 1997
- ICA, Ensilaje de maíz, solución a la escasez de pasto. *Revista Trimestral del Instituto Colombiano Agropecuario*, Vol. XX, No. 4, pp. 30-35. 1986.
- Infoagro.: El cultivo del maíz (apartado 1 al 5). En página Web: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp>. (Consultado el 28/06/2006) 2004.
- López, L. Cultivos Herbáceos. Vol 1, Cereales. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. pp. 309-347. En página Web: <http://canales.laverdad.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/maiz->. (Consultado el 25/06/2006.) 1991.
- Murua, M. G y Virla, E. G.: Presencia Invernal de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el Área Maicera de la Provincia de Tucumán, Argentina. PROIMI-Biotecnología, Av. Belgrano y Pje. Caseros (T4001MVB) S.M. de Tucumán, Argentina. Email: gmurua@yahoo.com. 2004
- Ortiz, R.; Ríos, H.; Ponce, M. Verde, G.: El mejoramiento participativo. Mecanismo para la introducción de variedades para la producción alimenticia en fincas y cooperativas agrícolas. INCA, La Habana, 13 pp. (2003).

- Pérez, E., Piedra, F., Blanco, E., Ayala, J., Rojas, J., Pérez, A., Sánchez, M. y Hernández, C.: Manejo Integrado de la palomilla del maíz *Spodoptera frugiperda*, J.E. Smith. IX Fórum Nacional de Ciencia y Técnica. La Habana. Cuba: 28pp. 1994.
- Pérez, E.: Control biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith en Maíz. Rev. INAVS Departamento de Manejo de Plagas, INISAV Calle 110 y 5ta B # 514, Playa Ciudad de la Habana, Cuba. 2002.
- Potaky, J., Nankam, K. y Kerns, C.: Evaluation of a Silkinoculation technique to differentiate reactions of sweet corn hybrids to common smit. *Phytopathology*. 85 (10): 1323-1328. 1995.
- Quintero, E., Gil, V., Ríos, H., Martínez, M. y Díaz, M.: El fitomejoramiento participativo del frijol y su impacto en la introducción de caracteres positivos a los sistemas agrícolas de Villa Clara. Rev. Centro Agrícola, año 33, no. 3, 41, jul.-sept., 2006
- Rabí, O., P. Pérez, N. Permuy, J. Hung y F. Piedra, Guía técnica para la producción del cultivo del maíz. 12 pp. Editora Lilliana, La Habana. Cuba. 2001.
- Ríos, H. y Wright, J. Primeros intentos para estimular los flujos de semillas en Cuba. *Boletín de ILEIA para la agricultura sostenible de bajos insumos externos*, 2000, vol. 15, no. 3-4, p. 37-38.
- Rooney, L.W. y Serna-Saldívar, S.O. Food uses of whole corn and drymilled fractions. En S. A. Watson y P. E. Ramsted, eds. *Corn : chemistry and technology*. St Paul., Minn., EE.UU., Am. Assoc. Cereal Chem. 1987.
- Troucher G.: Seminario taller en métodos de fitomejoramiento participativo (memorias). Programa Colaborativo de Fitomejoramiento Participativo en Mesoamérica. Somoto, Madriz, Nicaragua 31 de Octubre al 4 de Noviembre, 2005.
- UTEHA Diccionario Enciclopédico, Tomo-IV. Des-Fer, 1247 p. 1953.
- Valdés, R., Ferro, E., Ríos, H., Ortiz, R., Ponce, M, y Marques, M.: El Fitomejoramiento participativo como estrategia complementaria en Cuba. De la teoría a la práctica. Autores. Resultado del proyecto. 2004.
- Villate, M., Medero, D., Rodríguez, Y. y Morales, S.: Efecto biológico de diferentes variantes, en el control de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith en condiciones de campo. Rev. Avances. Centro de Información y Gestión Tecnológica (CIGET) ISSN-1562-3297. Pinar del Río Vol.7 No.2 abril-junio (trimestral) 2005.
- Witcombe, J., Joshi, K. y Sthapit. B.: Farmer Participatory Crop Improvement. In: *Varietal Selection and Breeding Methods and their Impacts on Biodiversity*. *Experimental Agriculture* 32: 445 – 460. 1996.
- Witcombe, J.: Impactos de la Selección Participativa de Variedades y del Fitomejoramiento Participativo sobre la Diversidad de Cultivos. En: *Fortaleciendo el Manejo Local de la Biodiversidad Agrícola. Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Agrícola*. Libro de Consulta. Pp. 342-351. 2004.

Muñoz, Laura. y Prats, A.: Caribe 71, una variedad de cebolla para clima tropical.  
Cultivo tropical. Vol. 25, No 3, pp59-62. 2004


Fernández, J.: Estimación de umbrales económicos para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz. Inv. Agr. Prod. Prot. Veg. Vol. 17(3):467-474. 2002

## ANEXOS

Anexo 1. Acciones de maíz evaluadas y expuestas en ferias de biodiversidad.

No.	Acciones	Tipo de Accesoión	Procedencia
1	TGH	Híbrido Comercial	EMP de semilla Sancti Spiritus
2	Canilla	Variedad Comercial	EMP de semilla Sancti Spiritus
3	VST	Variedad Comercial	EMP de semilla Sancti Spiritus
4	V-114	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
5	V-51	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
6	V-150	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
7	V-3-4	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
8	V-191	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
9	V-59	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
10	V-161	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
11	V-81	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
12	V-181	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
13	V-199	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
14	V-86	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
15	V-111	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
16	V-134	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
17	Rosa- 1	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
18	Rosa- 2	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
19	Sierpe1	Campesina o Local	Colección local
20	Rosa- 6	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
21	Rosa- 7	Campesina o Local	Colección de maíz del INCA
22	Población Osney-64	Campesina o Local	Colección local
23	Sierpe 2	Campesina o Local	Colección local
24	Sierpe 3	Campesina o Local	Colección local
25	Sierpe 4	Campesina o Local	Colección local

Anexo 2. Planilla de selección para las Ferias de Diversidad de Maíz.

<b>Feria de Diversidad de Maíz Planilla de selección</b>		
<b>Fecha:</b>	<b>Municipio:</b>	<b>Localidad:</b>
<b>Nombres y Apellidos:</b>		
<b>Procedencia (CCS, CPA, otros):</b>		
<b>Municipio donde trabaja:</b>		<b>Ocupación:</b>
<b>Marque con una "X" los criterios por los cuales usted seleccionó la variedad.</b>		

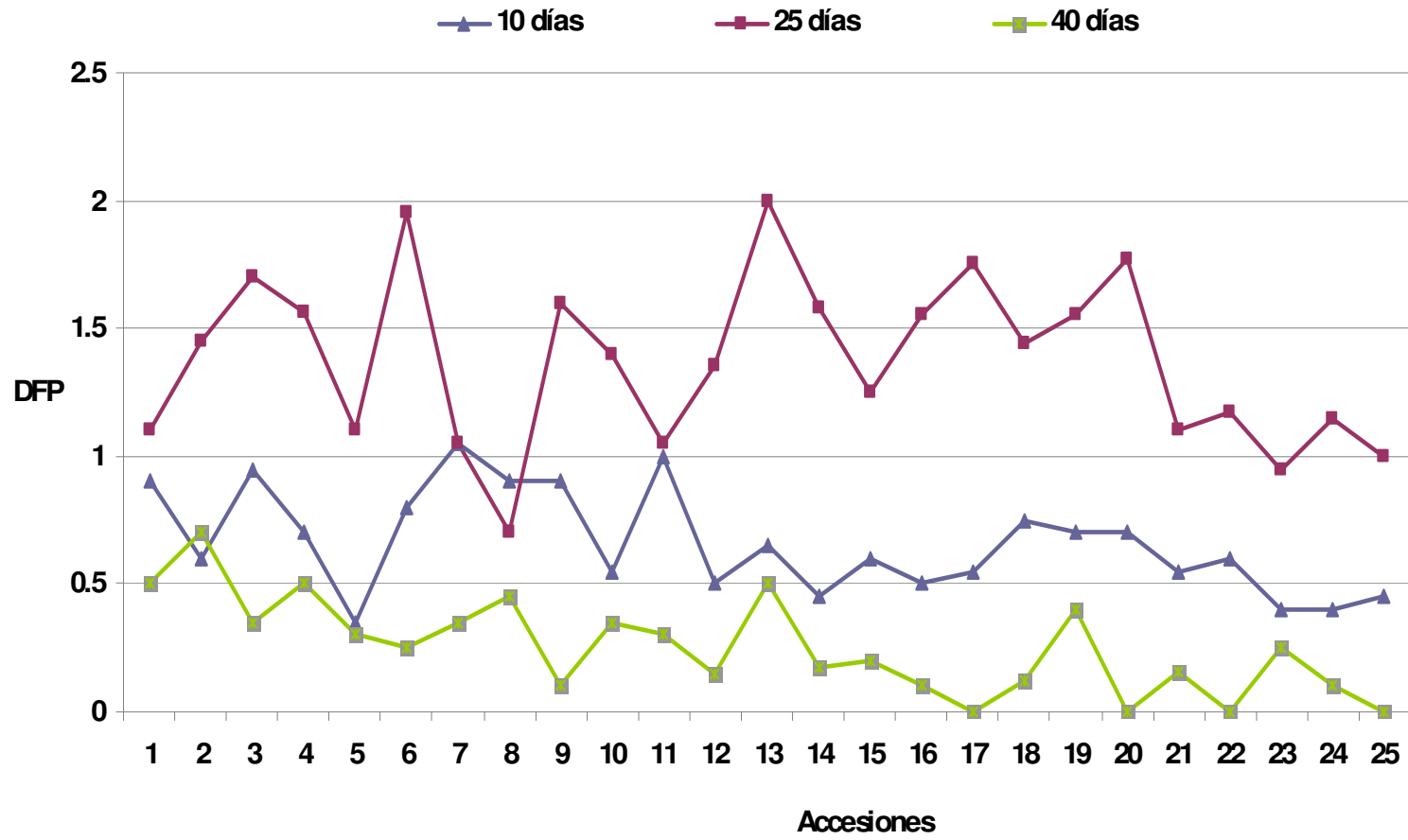
#	Criterios de selección	# de las variedades				
1	Número de hileras de granos por mazorcas					
2	Longitud total de la mazorca					
3	Longitud de la parte de la mazorca con granos					
4	Número de hileras					
5	Diámetro de la mazorca					
6	Diámetro de la tusa (Raquis)					
7	Color del grano					
8	Tamaño del grano					
9	Color de la brácteas de la mazorca					
10	Blanco 75% o mas de la superficie					
11	Morado 75% o mas de la superficie					
12	Forma de la mazorca					
13	Cilíndrica					
14	Ligeramente cónica					
15	Cónica					
16	Disposición de las hileras,					
17	Rectas					
18	Ligeramente curvas					
19	En espiral					
20	Sin orden)					
21	Cobertura de la mazorca					
22	Excelente					
23	Regular					
24	Punta expuesta					
25	Granos expuestos					



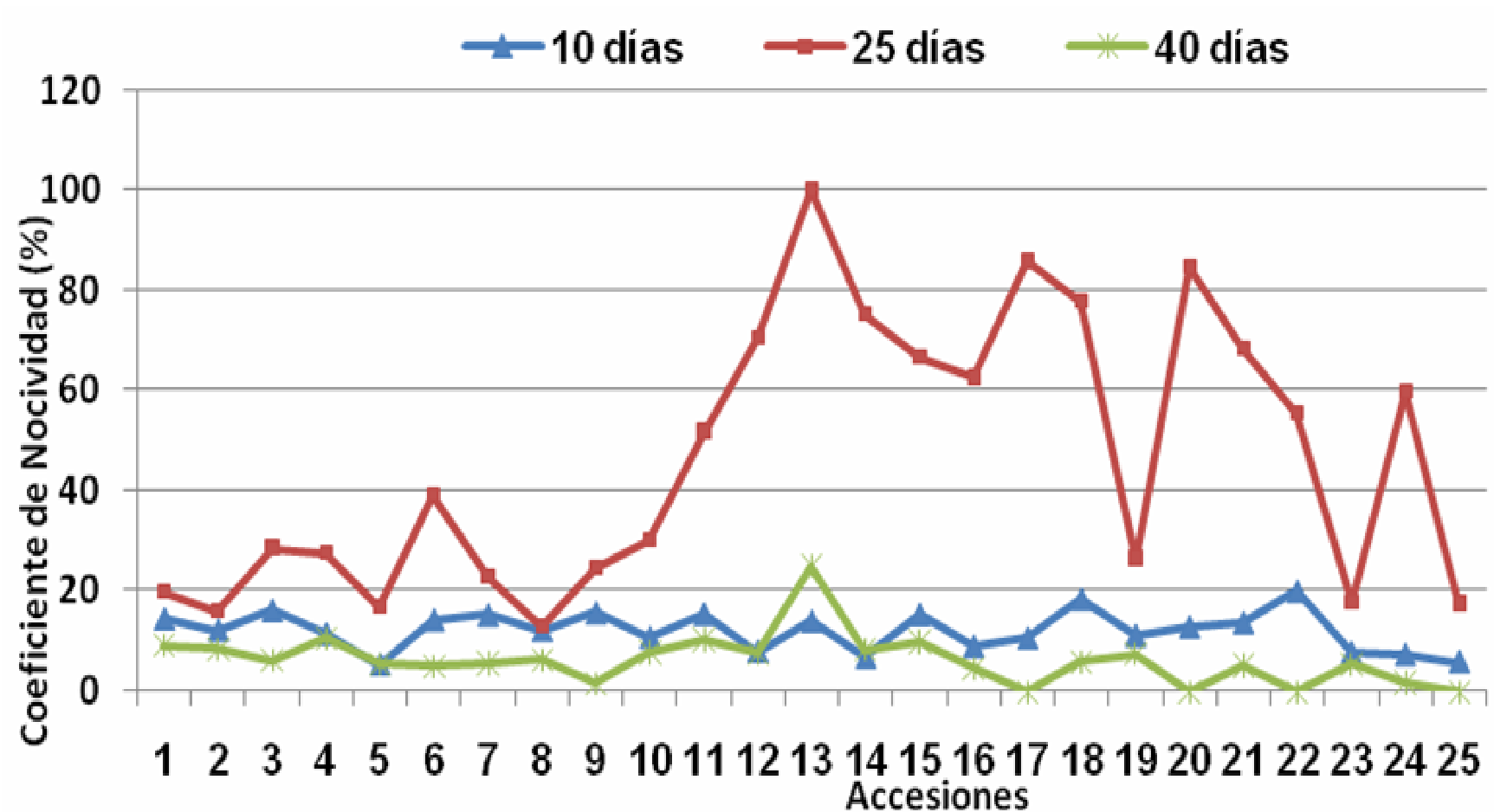
Anexo 3. Niveles de daños provocados por *S. Frugiperda* en 25 accesiones de maíz en cada uno de los momentos evaluados

Accesiones	% Daño foliar promedio (DFP)			Coeficiente de nocividad (%A)		
	A los 10 día	A los 25 días	A los 40 días	A los 10 días	A los 25 días	A los 40 días
1	0.9	1.1	0.5	14.49	19.67	9.26
2	0.6	1.45	0.7	12.20	15.79	8.41
3	0.95	1.7	0.35	16.18	28.57	6.25
4	0.7	1.65	0.5	11.43	27.45	10.64
5	0.35	1.1	0.3	5.26	16.67	5.56
6	0.8	1.95	0.25	14.29	39.09	5.00
7	1.05	1.05	0.35	15.28	22.64	5.66
8	0.8	0.7	0.45	12.20	12.96	6.38
9	0.9	1.6	0.1	15.71	24.59	1.64
10	0.55	1.4	0.35	10.77	30.00	7.89
11	1	1.05	0.3	15.49	51.72	10.34
12	0.5	1.35	0.15	7.89	70.59	7.69
13	0.65	2	0.5	14.04	100.00	25.00
14	0.45	1.58	0.17	6.76	75.00	8.33
15	0.6	1.25	0.2	15.38	66.67	10.09
16	0.5	1.55	0.1	8.96	62.50	4.55
17	0.55	1.75	0	10.61	85.71	0
18	0.75	1.44	0.12	18.52	77.78	5.88
19	0.7	1.55	0.4	11.11	26.42	7.50
20	0.7	1.77	0	12.90	84.62	0
21	0.55	1,10	0.16	13.73	68.42	5.26
22	0.6	1.17	0	20.00	55.56	0
23	0.4	0.95	0.25	7.69	17.54	5.56
24	0.4	1.15	0.1	7.32	58.2	1.79
25	0.45	1	0	5.88	17.39	0

Anexo 4 Dinámica del daño foliar promedio de la Palomilla del maíz



Anexo: 5 Dinámica del coeficiente de nocividad durante los tres muestreos.



Anexo 6. Variables morfológicas evaluadas a las plantas.

Accesiones	Altura del tallo (cm.)	Altura Inserción Mazorca Principal (cm.)	Diámetro del tallo (cm.)
1	236,40	168.45	2.12
2	300,85	219.15	2.09
3	240,75	169.70	2.12
4	236,5	161.50	2.06
5	238,5	162.75	2.02
6	233,00	162.28	2.14
7	238,25	166.25	2.20
8	243,75	158.00	2.18
9	236,00	166.50	2.1
10	242,50	174.25	2.23
11	233,00	163.50	2.28
12	206,36	120.45	2.08
13	188,33	106.66	1.93
14	197,22	111.11	2.02
15	194,37	111.25	1.93
16	195,37	117.50	2.12
17	195,42	115.00	2.08
18	194,24	114.61	2.06
19	203,50	115.25	2.11
20	190,83	115.83	2.13
21	194,69	113.75	2.06
22	191,87	115.00	2.08
23	196,00	114.75	2.07
24	207,25	115.00	2.08
25	199,75	115.25	2.12
Cluster	% de referencia	Accesiones que se agrupan	
1	44	1,3,4,,5,10,15,16,17,20,21,24	
2	36	2,6,8,9,11,19,22,23,25	
3	20	7,12,13,14,18	

Anexo 7: Comportamiento cualitativo de las accesiones evaluadas.

Accesiones	Categoría de respuesta del rendimiento			
	Sobresaliente $X_i > (X_g + ET)$	Buena $X_g \leq X_i \leq (X_g + ET)$	Regular $(X_g - ET) \leq X_i < X_g$	Malo $X_i < (X_g - ET)$
1	X			
2	X			
3	X			
4	X			
5	X			
6	X			
7	X			
8	X			
9	X			
10	X			
11		X		
12			X	
13				X
14				X
15				X
16				X
17				X
18			X	
19		X		
20				X
21				X
22				X
23	X			
24		X		
25				X

**Leyenda:**  $X_i$ : media particular de rendimiento de cada variedad;  $X_g$ : media general de rendimiento para cada agroecosistema estudiados; ET: Error estándar de la media general

Anexo 8. Variables cuantitativas evaluadas postcosecha a las mazorcas y rendimiento.

Accesiones	NHileras	PTGranMaz	PTMaz	LTMaz	LPMGran	NGPHil	DMCGran	DRaquis	Rdto
1	16	184	257	21	21	46	5	3	4.68
2	12	179	246	21	21	50	4.7	2	3.41
3	12	135	192	20	19	45	4.6	3	2.13
4	14	123	161	18	18	41	4.6	3	2.94
5	14	115	184	19	19	38	5	3	2.55
6	14	132	190	19	18	42	4.8	2.8	1.49
7	16	173	201	18	17	42	4.9	3	2.94
8	16	161	184	20	19	42	5	3.2	2.55
9	12	125	154	18	17	38	4.5	2.7	2.24
10	14	140	173	20	19	38	4.6	2.8	2.02
11	14	133	153	15	14	35	4.4	2.8	1.17
12	14	172	211	20	19	36	4.6	2.8	0.63
13	12	88	115	15	15	29	3.7	2.6	0.078
14	12	117	148	20	20	34	4.5	2.6	0.18
15	14	121	151	16	15	27	4.6	2.8	0.16
16	12	116	148	18	17	32	4.2	2.5	0.42
17	14	115	142	18	17	39	4.3	2.7	0.42
18	12	138	184	19	18	38	4.7	2.8	0.74
19	14	159	184	19	19	41	4.3	2.8	1.38
20	10	63	92	17	16	32	4	2.4	0.14
21	10	56	92	16	16	3	3.6	2.2	0.13
22	12	55	90	17	16	30	4.2	2.3	0.12
23	12	122	153	18	18	40	4.5	2.8	1.49
24	14	90	112	15	15	38	4.5	2.3	0.85
25	12	69	98	14	13	30	4.3	2.4	0.076
Cluster	% de referencia	Accesiones que se agrupan							
1	64	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,15,17,19,23,24							
2	24	12,14,16,18,21,22							
3	12	13,20,25							

**Leyenda:** - NHileras: Número de Hileras de granos / Mazorca.

- PTGranMaz: Peso Total de los Granos de la Mazorca (g).
- PTMaz: Peso Total de la Mazorca (g).
- LTMaz: Longitud Total de la Mazorca (cm.).
- LPMGran: Longitud de la Parte de la Mazorca con Granos (cm.).
- NGPHil: Número de Granos / Hileras.
- DMCGran: Diámetro de la Mazorca con Granos (cm.).
- DRaquis: Diámetro del Raquis (cm.).
- Rdto: Rendimiento (t/ha).

Anexo 9. Color de los granos y raquis presente en cada accesión.

Accesiones	% de mazorcas con granos color:					% de mazorcas con raquis color:				
	B	A	R	MC	J	B	Ros	R	MC	MO
1			3	17	80	100				
2		10		5	85	73				27
3		95		5				23	12	54
4		100				86			14	
5				5	95	100				
6				40	60	93			7	
7				32	68	87				13
8				57	43	100				
9				14	86	100				
10		25		41	34	100				
11		10		50	40	68			29	3
12		21		79		84			16	
13				100		100				
14				100		80			20	
15					100	100				
16				43	57	100				
17			60	40		90		10		
18		50	10	40		100				
19					100	100				
20			66	44		100				
21		40	66			100				
22		20		20	60	80			20	
23			80		20	100				
24		70			30	100				
25		33			67	100				

**Leyenda:**- **B:** Blanco, **A:** Amarillo, **R:** Rojo, **Ros:** Rosado, **MC:** Morado claro, **MO:** Morado oscuro, **J:** Jaspeado.

Anexo 10. Color de las brácteas y cobertura presente en cada accesión.

Accesiones	% mazorcas con brácteas color:				% mazorcas con cobertura:				
	B	BM	MB	M	E	R	PE	GE	CI
1	86%	14			70	25	3	2	
2	100				67	22			11
3	95		5		20	65	5		10
4	93	4	3		71	24		1	4
5	95	5			72	25		3	
6	100				90	8			2
7	90	3		7	92	5		2	1
8	88	2	5	5	69	20	4	7	
9	100				30	60			10
10	88	12			42	47	5	2	4
11	75	10	6	9	46	50	4		
12	93		7		40	36	20	4	
13	100					50			50
14	77	23				46	25	17	12
15	100					77	10	8	5
16	89	11			8	80		4	8
17	88		12		6	62			32
18	100				30	60			10
19	100				30	60			10
20	83		17			50			50
21	100					80			20
22	80	20				80			20
23	40	30	30		44	50			6
24	49	8	43		25	69		2	4
25	100					33			67

**Leyenda:**

- **M:** Morado; **B:** Blanco; **M-B:** El 75 % o más de la superficie es Morado; **B-M:** El 75 % o más de la superficie es Blanco.
- **E:** Excelente, **R:** Regular, **PE:** Punta expuesta, **GE:** Grano expuesto, **CI:** Completamente inaceptable. \*  
Acorde a escala propuesta por el CIMMYT (1987).



Anexo 11. Forma de la mazorca y disposición de las hileras en cada accesión.

Accesiones	% de mazorcas con forma:			% de mazorcas con hileras:			
	Ci	LCo	Co	R	LC	Ei	ED
1	17	73		95	5		
2	65	35		91	9		
3	10	90		20	80		
4	61	39		69	31		
5	22	78		60	40		
6	30	70		78	22		
7	21	79		87	13		
8	51	49		89	11		
9		100		72	20	8	
10	2	98		26	74		
11	15	83	2	22	72	6	
12		100		7	93		
13		100		100			
14		100		32	35	12	21
15		100		50	50		
16		92	8	39	69		
17	14	86		30	70		
18	10	90		40	60		
19	20	80		50	50		
20		100		17	83		
21	40	60			100		
22		100			100		
23		100		67	33		
24		100		55	45		
25		100			100		

**Leyenda:** - Ci: Cilíndrico, LCo: Ligeramente Cónico, Co: Cónico, R: Recta, LC: Ligeramente Curva, Ei: Espiral a la izquierda, ED: Espiral a la derecha.

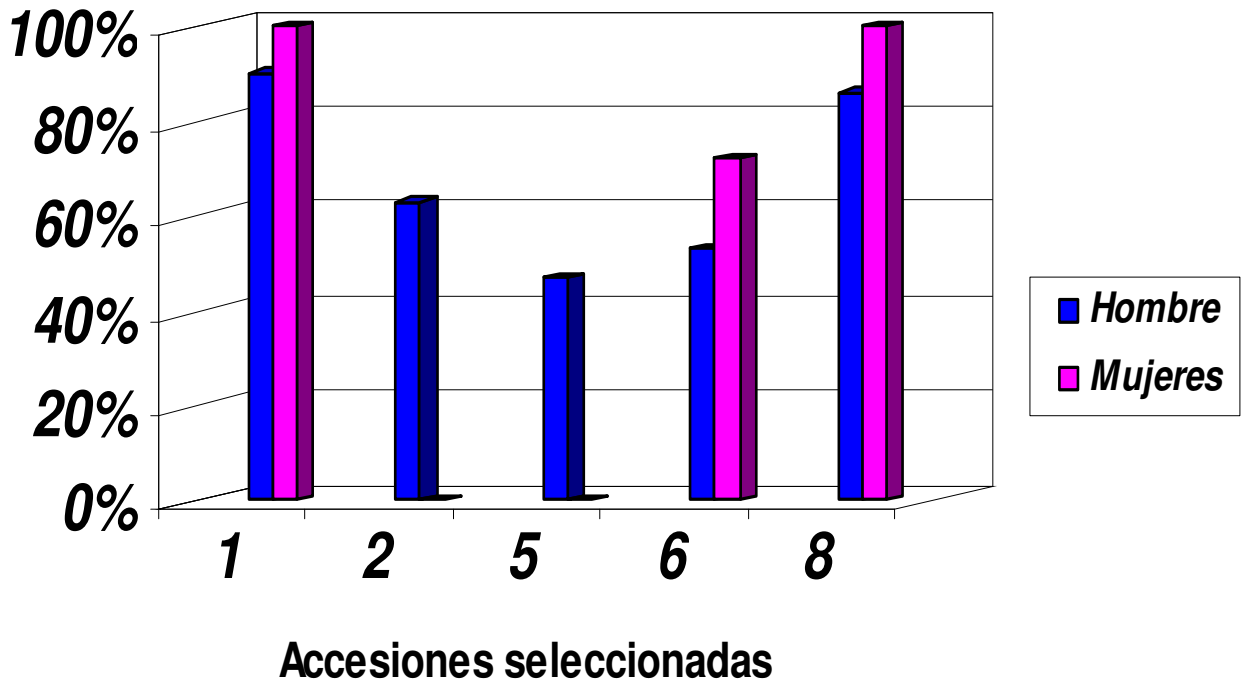
Anexo 12. Cantidad de veces que fueron seleccionadas las accesiones de maíz expuestas en las dos ferias de diversidad.

No.	Accesiones	Tipo de Accesoión	Procedencia	Total de Accesiones en Ferias	
				Expuestas	No. Veces Selecc.
1	TGH	Híbrido comercial	EMP. Semilla. S.S.	2	68
2	Camilla	Vanedad comercial	EMP. Semilla. S.S.	2	51
3	VST	Vanidad comercial	EMP. Semilla. S.S.	2	24
4	V-114	Campo o local	Colección del INCA	2	13
5	V-51	Campo o local	Colección del INCA	2	38
6	V-150	Campo o local	Colección del INCA	2	46
7	V-3-4	Campo o local	Colección del INCA	2	11
8	V-191	Campo o local	Colección del INCA	2	68
9	V-59	Campo o local	Colección del INCA	2	6
10	V-161	Campo o local	Colección del INCA	2	19
11	V-81	Campo o local	Colección del INCA	2	4
12	V-181	Campo o local	Colección del INCA	2	12
13	V-199	Campo o local	Colección del INCA	2	0
14	V-86	Campo o local	Colección del INCA	2	0
15	V-111	Campo o local	Colección del INCA	2	0
16	V-134	Campo o local	Colección del INCA	2	4
17	R-1	Campo o local	Colección del INCA	2	13
18	R-2	Campo o local	Colección del INCA	2	30
19	Sierpe 1	Campo o local	Colección local	2	3
20	R-6	Campo o local	Colección del INCA	2	0
21	R-7	Campo o local	Colección del INCA	2	0
22	P.-64	Campo o local	Colección local	2	0
23	Sierpe 2	Campo o local	Colección local	2	0
24	Sierpe 3	Campo o local	Colección local	2	1
25	Sierpe 4	Campo o local	Colección local	2	0
<b>Total de Accesiones</b> ⇒					

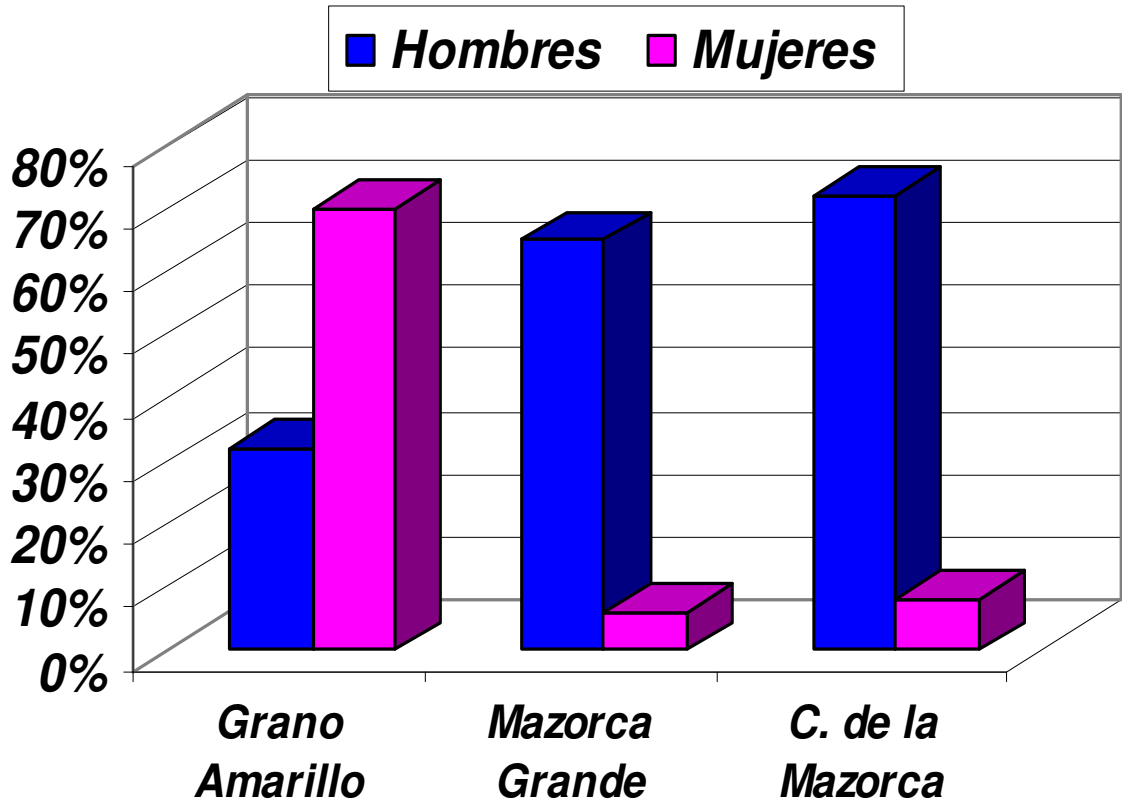
Anexo 13. Número de veces que fueron utilizados los caracteres para seleccionar las accesiones en las ferias de diversidad.

<b>No.</b>	<b>Criterios de selección</b>	<b>Número de Votos</b>
1	Cantidad de mazorcas por planta	27
2	Mazorca grande	67
3	Mazorca pequeña	7
4	Buen cierre de la mazorca	39
5	Mazorca gorda	40
6	Mazorca fina	10
7	Mazorca cilíndrica	19
8	Mazorca cónica	8
9	Grano amarillo	32
10	Grano blanco	3
11	Grano rojo	7
12	Grano cristalino	0
13	Grano grande	36
14	Grano pequeño	1
15	Paja (brácteas) blanca	17
17	Paja (brácteas) morada	9
18	Mazorca alta	18
19	Mazorca baja	19
20	Planta alta	22
21	Planta baja	18
22	Tallo grueso	31
23	Tallo fino	3
24	Numero de hileras de granos	59
25	Diámetro de la mazorca	63
26	Longitud total de la mazorca	56
27	Color del raquis	48
28		
29		
30		
31		

Anexo 14: Acciones más seleccionadas en la feria en el campo



Anexo 15: Los caracteres más seleccionados por sexo



**Caracteres más seleccionados por sexo**



