



ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" EESC

PROGRAMA DE MAÍZ

FICHA TÉCNICA DE LA VARIEDAD DE MAÍZ AMARILLO HARINOSO INIAP-124 "MISHCA MEJORADO" PARA LAS PROVINCIAS DE PICHINCHA, COTOPAXI Y TUNGURAHUA

1. NOMBRE DE LA VARIEDAD:

INIAP-124 "Mishca Mejorado"

2. FECHA DE OBTENCIÓN DE LA VARIEDAD:

Junio del 2002

3. AUTORES

- Dr. Mario Caviedes (Líder Nacional del Programa de Maíz).
- Ing. M. Sc. Carlos Yánez (Técnico Responsable del Programa de Maíz de la EESC desde julio del 2000).
- Ing. M.Sc. Edison Silva (Responsable del Programa de Maíz de la EESC hasta junio del 2000).
- Ing. Jorge Dobronski (Técnico del Programa de Maíz de la EESC hasta septiembre de 1999).
- Ing. Márton Caicedo (Técnico del Programa de Maíz de la EESC).
- Ing. José Luis Zambrano (Técnico del Programa de Maíz de la EESC).
- Agr. Jorge Heredia (Técnico del Programa de Maíz de la EESC).

4. ORIGEN

El Programa de Maíz de la Estación Experimental *Santa Catalina* a partir de 1993 inicia la aplicación de la metodología de investigación participativa en los trabajos de generación de variedades mejoradas a partir de materiales locales, en las provincias de Imbabura, Bolívar, Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua y Pichincha. Estas zonas han sido definidas como prioritarias, por su importancia en la producción de maíz y la superficie dedicada a este cultivo.

La planificación del trabajo de mejoramiento de la variedad INIAP-124 fue ejecutada por los investigadores del Programa de Maíz de la EESC, con base a la información secundaria y a los resultados de las encuestas y diagnósticos participativos. Por otro lado los agricultores que fueron contactados inicialmente después han participado como colaboradores, facilitando el terreno para realizar los trabajos de experimentación e interviniendo directamente en las pruebas y evaluaciones de los diferentes materiales. De igual manera han participado activamente en evaluaciones de calidad de grano en cocción tanto en estado fresco (choclo) como en seco (tostado) las que se realizaron especialmente con mujeres.

INIAP-124, "*mishca mejorado*", se derivó de un compuesto intervarietal formado por las cruces de las ocho mejores colectas: ECU-08823 (Selva Alegre), ECU-01622, ECU-01603,

ECU-08833 (Guachalá), ECU-08836 (Guayllaro 026), ECU-08837 (Guayllaro 027), ECU-01573 e INIAP-131.

Los trabajos de mejoramiento se iniciaron a partir del ciclo agrícola 1993-1994, en el que se realizaron colectas en las provincias de Pichincha y Cotopaxi, obteniéndose 20 colectas pertenecientes a la raza *mishca* (INIAP, 1995). Las mismas que al año agrícola siguiente (1994-1995), junto a 14 entradas del banco de germoplasma bajo custodia del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF)-INIAP y dos testigos (INIAP-126 y el cruzamiento entre las variedades INIAP-126 por INIAP-131) fueron evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha (Santa Catalina y Tabacundo). La evaluación agronómica se realizó dando mayor énfasis a rendimiento (t/ha), altura de planta y mazorca (cm), mazorcas sanas (%) y tipo de grano (escala 1-5). En Tabacundo se evaluó bajo las condiciones propias del agricultor (0,7 m de separación entre surcos y sin fertilización).

En el siguiente ciclo (1995-1996), se procedió a realizar un cruzamiento dialélico en surcos pareados con los 12 materiales (ECU-08823, ECU-01622, ECU-01623, ECU-07295, ECU-01603, ECU-08817, ECU-08833, ECU-08836, ECU-08837, ECU-01573, El Tablón 043, e INIAP-131) con el fin de recombinar los materiales, evaluar las cruzas y formar la población (INIAP, 1996).

En el ciclo 1996-1997 se evaluaron las cruzas y se seleccionaron 49 que superaron el promedio general de rendimiento; de éstas se tomaron las 10 mejores para formar la variedad experimental. Estas cruzas fueron: ECU-08837 x ECU-01603, ECU-01603 x INIAP-131, ECU-08836 x ECU-01622, INIAP-131 x ECU-08823, ECU-08823 x ECU-08836, ECU-01573 x ECU-08833, ECU-08823 x ECU-01622, ECU-08836 x ECU-08837, ECU-01573 x ECU-01603 y ECU-01622 x ECU-01573.

En el año 1997-1998, las 10 cruzas seleccionadas del ciclo anterior, se evaluaron y seleccionaron en tres localidades que se ubicaron en las provincias de: Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Belisario Quevedo, sitio la Hoya de Santa Rosa; y, Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo, sitio La Esperanza y cantón Mejía, parroquia Amaguaña, sitio Sección Oriental de la EESC, en donde se seleccionaron 74 familias con un total de 153 mazorcas que se obtuvieron por el método de mazorca por surco modificado.

En el año 1998-1999, se continuó mejorando el material, para lo cual las 153 familias seleccionadas el ciclo anterior más el *bulk* de INIAP-122, *bulk* de INIAP-122 por *mishca* y *bulk* de INIAP-131 se dispusieron en un lote de medios hermanos en la EESC de las cuales se seleccionaron 114 familias obteniéndose 267 mazorcas o nuevas familias; poniendo énfasis en rendimiento (t/ha), días a la floración femenina, pudrición de mazorca (%) y tipo de grano, calificado en escala 1 a 5, mientras que en las localidades, Cayambe, Tabacundo, Tumbaco y Salcedo se realizó la validación del material en unicultivo y asociado con fréjol.

En el siguiente ciclo agrícola (1999-2000), se continuó mejorando el material utilizando el mismo método de selección del ciclo anterior en la Sección Oriental-EESC, en donde se evaluaron 337 familias: 267 familias seleccionadas el ciclo anterior, 20 familias provenientes de las cruzas de I-122 x *Mishca*, 10 familias de sintético líneas S1 amarillo harinoso, 10 familias de la variedad experimental *mishca*, 10 familias de selección grano grande amarillo harinoso y 20 familias de la recombinación de líneas S1 *mishca*. De las 337 familias evaluadas, se seleccionaron 150 familias poniendo énfasis en rendimiento (t/ha), precocidad, pudrición de mazorca (%) y tipo de grano, calificado en escala de 1 a 5; obteniéndose 304 mazorcas o nuevas familias.

En este mismo ciclo en las provincias de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo, sitio La Esperanza y Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Belisario Quevedo, sitio la Hoya de Santa Rosa y cantón Saquisilí, parroquia Guaytacama, sitio Guaytacama se procedió a la validación del comportamiento del material *mishca* mejorado y multiplicación de semilla de calidad en campo de agricultores.

En el año 2000-2001, se continuó mejorando el material utilizando el método de selección de medios hermanos en la EESC, donde se evaluaron 314 familias (304 seleccionadas el ciclo

anterior y una selección de las cruzas de INIAP-122 por *mishca*), se seleccionaron 211 familias y se obtuvieron 359 mazorcas o nuevas familias, para utilizarse como plantas machos 146 y 213 nuevas familias como plantas hembras, poniendo énfasis en altura de planta y mazorca (cm), enfermedades foliares como roya (*Puccinia sorghi*), *Cercospora* y *Helminthosporium turcicum* (*Exerohilum turcicum*), cobertura de mazorca, aspecto de mazorca, tipo de grano, calificados en escala de 1 a 5 y rendimiento (t/ha).

Para este ciclo además se realizó la validación del material en las provincias de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo, sitio La Esperanza; Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Belisario Quevedo, sitio la Hoya de Santa Rosa, y Tungurahua, cantón Pelileo, parroquia García Moreno, sitio Catimbo en campo de agricultores.

En el presente ciclo agrícola 2001-2002, en las provincias de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Amaguaña, sitio Sección Oriental de la EESC; Cotopaxi, cantón Salcedo, sitio la Cangahua, cantón Latacunga, sitio Hacienda Nintangá, se continúa con la validación y multiplicación del material *mishca* mejorado.

5. INTRODUCCIÓN

El rubro maíz suave está considerado como prioritario para la investigación en el INIAP. El Programa de Maíz de la EESC orienta su trabajo a generar variedades mejoradas y tecnologías de producción sustentables, orientadas a satisfacer las necesidades de los agricultores y consumidores de las diferentes zonas de la sierra.

El maíz constituye un alimento básico a nivel mundial, tanto para consumo humano como para la agroindustria, ocupando el tercer lugar luego del trigo y del arroz. En Ecuador el maíz de altura es considerado uno de los principales cultivos de la región interandina; según estimaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 1998), la superficie cultivada con maíz de altura (suave y duro) fue de 186 535 ha, con rendimientos promedios de 0,5 t/ha para maíz suave en seco, 2,6 t/ha para maíz suave en choclo. Esta superficie supera ampliamente a la ocupada por otros cultivos básicos como la papa (57 939 ha), fréjol (76 463 ha), cebada (43 007) y trigo (30 519 ha).

Las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua representan zonas muy importantes en la producción de maíz suave; en éstas se siembran alrededor de 56 000 ha anuales de maíz, con un rendimiento promedio de 2,2 t/ha para maíz suave en choclo y 0,44 t/ha para maíz suave en seco (INEC, 1996). En estas regiones, las variedades nativas y más ampliamente cultivadas son las de grano amarillo harinoso, destacándose el cultivo de la raza *mishca* por presentar algunas características agronómicas deseables y especialmente una buena calidad de grano, en lo que respecta a color, suavidad, tamaño y sabor, por lo que es muy apetecida por los consumidores.

La producción de maíz en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua se realiza principalmente en terrenos de topografía irregular, donde prevalece el minifundio y los sistemas tradicionales de producción, caracterizados por una baja utilización de fertilizantes y demás insumos agrícolas.

Desde 1993, el Programa de Maíz de la EESC viene dedicando grandes esfuerzos al mejoramiento de las variedades locales, con el objetivo de obtener variedades mejoradas que se ajusten a las necesidades y sistemas de producción de los agricultores de las diferentes zonas, también a la conservación de los recursos filogenéticos locales con la finalidad de mejorar la producción, para lo cual se aplicó la metodología de investigación participativa en los trabajos de generación de variedades mejoradas a partir de materiales nativos.

Como resultado de este nuevo enfoque, el Programa ha liberado las variedades: INIAP-122, “Chaucho Mejorado” e INIAP-111, “Guagal Mejorado” (INIAP, 1997), INIAP-102, “Blanco Blandito Mejorado” (INIAP, 2000) y se dispone a liberar la variedad INIAP-124 “Mishca Mejorado” en el mes de junio de 2002, que ha sido desarrollada con la participación directa de los agricultores, quienes la seleccionaron por sus características de buen rendimiento, precocidad, porte bajo, mazorca grande, resistencia al acame, tolerancia a la pudrición de mazorca y buena calidad de grano.

Esta variedad es muy apetecida en estado fresco (choclo), sin embargo es apreciada también para la preparación de tostado, mote, chicha, humitas, tortilla, harina, etc.; además la planta es utilizada como forraje para la alimentación de ganado vacuno y especies menores o como abono incorporándole al suelo.

6. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD

6.1 Adaptación y rendimiento

En el primer año de evaluación 1994-1995 (INIAP, 1995), en lo que se refiere a rendimiento las 11 colectas seleccionadas superaron al testigo 1 (INIAP-126) y todas las colectas, presentaron valores superiores al promedio general (Cuadro 1).

La colección ECU-08837 (Guayllaro 027) presentó una altura de planta (168 cm) inferior al valor obtenido por el testigo 1 (170 cm), mientras que las 10 colectas restantes evaluadas superaron este valor. Por otro lado las colecciones ECU-01623 (171 cm), ECU-08836 (Guayllaro 026, 177 cm) y ECU-08837 (Guayllaro 027, 168 cm) obtuvieron valores inferiores al obtenido por el testigo 2 (179 cm), las colecciones restantes presentaron valores superiores al testigo. Los testigos presentaron valores bajos en porcentajes de mazorcas sanas con respecto a todas las colectas seleccionadas, al promedio general y al promedio de selección.

Todas las colectas seleccionadas presentaron valores de rendimiento superiores a las 4 t/ha; en cuanto a mazorcas sanas manifestaron valores superiores al 68% considerados altos. Cabe mencionar que la accesión ECU-08823 alcanzó el más alto rendimiento y el mayor porcentaje de mazorcas sanas fue alcanzado por ECU-01573.

Según los diferenciales de selección se puede indicar que el rendimiento promedio de la fracción seleccionada (11 colectas) con 4,92 t/ha superó al promedio general que alcanzó las 4,25 t/ha; y en lo que se refiere a mazorcas sanas también lo superó con un 16,5% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio de dos localidades para cinco características agronómicas, de 11 colectas de maíz amarillo harinoso (tipo *mishca*) y dos testigos, ciclo agrícola 1994 - 1995.

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Días a la floración	Altura de planta (cm)	Mazorcas sanas (%)	Tipo de grano (1-5) ¹
ECU-08823	5,45	101	187	82,0	2,5
ECU-01622	5,19	108	185	78,5	3,2
El Tablón 043	5,14	103	191	63,5	3,0
ECU-01623	5,12	107	171	83,1	2,7
ECU-07295	5,06	104	192	73,4	3,0
ECU-08817	5,05	112	196	74,2	3,2
ECU-01603	4,80	109	195	76,5	3,0
ECU-08833	4,75	103	186	73,5	2,7
ECU-08836	4,66	102	177	70,7	2,5
ECU-08837	4,56	101	168	68,4	2,5
ECU-01573	4,38	104	190	86,0	2,5
T1 (I-126)	4,79	96	170	58,6	3,0
T2 (I-126xI-131)	5,80	102	179	67,4	3,0
Promedio Total	4,25	105	176	60,8	2,9
Promedio Selección	4,92	105	184	77,3	2,8
C.V.(%)	15,2	1,8	7,8	14,6	14,1
Signif. ADEVA	**	**	**	**	**

**significación al 1%

¹ 1= muy bueno, 5= muy malo.

* significación al 5%

En 1995-1996, se realizó un cruzamiento dialélico entre 12 colecciones amarillo harinoso (tipo *mishca*): ECU-08823, ECU-01622, ECU-01623, ECU-07295, ECU-01603, ECU-08817, ECU-08833, ECU-08836, ECU-08837, ECU-01573, El Tablón 043 e INIAP-131; que fueron las más sobresalientes detectados en el año pasado.

En cuanto a los resultados se obtuvieron 359 cruzamientos, los mismos que en el próximo ciclo 1996-1997 fueron evaluados de acuerdo a su potencial de rendimiento y características agronómicas, así como el porcentaje de pudrición y tipo de grano. De los 361 materiales amarillo harinosos evaluados (INIAP, 1997), se seleccionaron básicamente por rendimiento 49, observándose en el Cuadro 2 los promedios para seis características agronómicas, donde se aprecia que la media de la selección fue de 5,19 t/ha y la media general de la población 3,94 t/ha, destacándose la crusa 245 (ECU-08837 x ECU-01603) con 6,63 t/ha. Para la variable pudrición de mazorca se observa que el promedio de la población fue de 48,9 %, en tanto que las cruza seleccionadas alcanzaron el 41,1%, obteniéndose una ganancia de 7,8% en sanidad de mazorca; en lo referente al acame de tallo, el promedio de la población fue de 29,3% y el de la selección fue de 17,6%, obteniéndose una ganancia de 11,7%.

Cuadro 2. Promedios para seis características agronómicas de los 49 cruzamientos seleccionados de la población amarillo harinoso (tipo *mishca*). EESC y La Esperanza, ciclo agrícola 1996-1997.

No	No. de cruza	Rendimiento (t/ha)	Días a la floración	Altura de Planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame de tallo (%)	Pudrición de mazorca (%)
1	295	6,63	118	176	94	7,7	40,5
2	306	6,35	111	193	101	18,2	29,0
3	124	6,26	118	181	103	0,0	20,0
4	76	6,22	113	225	122	5,0	38,5
5	50	6,02	115	177	108	43,8	35,5
6	326	5,92	115	214	151	21,7	25,0
7	33	5,92	120	180	109	63,6	45,7
8	137	5,89	111	206	108	13,0	39,3
49	34	4,00	110	192	112	31,3	45,5
Promedio de la selección		5,19	117	195	112	17,6	41,1
Promedio de la población		3,94	117	187	106	29,3	48,9
Diferencial de selección		1,25	0	8	6	-11,7	-7,8

De los 49 cruzamientos seleccionados, se tomaron los 10 mejores (Cuadro 3) para formar una variedad experimental en el siguiente ciclo; estos materiales presentan una ganancia en rendimiento de 2,06 t/ha en comparación a la media de la población, de igual forma superan a la población en 15,3% y 16,4% en acame de tallo y sanidad de mazorca, respectivamente (INIAP, 1997).

Cuadro 3. Promedios para seis características agronómicas de los diez mejores cruzamientos de la población amarillo harinoso (tipo *mishca*). EESC y La Esperanza, ciclo agrícola 1996-1997.

Identificación	Rendimiento (t/ha)	Días a la floración	Altura de Planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame de tallo (%)	Pudrición de mazorca (%)	
ECU-08837 x ECU-01603	6,63	118	176	94	7,7	40,5	
ECU-01603 x INIAP-131	6,35	111	194	102	18,2	29,0	
ECU-08836 x ECU-01622	6,26	118	182	104	0,0	20,0	
INIAP-131 x ECU-08823	6,22	113	225	123	5,0	38,5	
ECU-08823 x ECU-08836	6,02	115	178	109	43,8	35,5	
ECU-01573 x ECU-08833	5,92	115	214	151	21,7	25,0	
ECU-08823 x ECU-01622	5,86	120	205	107	27,3	39,3	
ECU-08836 x ECU-08837	5,68	115	199	96	9,1	33,3	
ECU-01573 x ECU-01603	5,59	118	189	118	0,0	36,4	
ECU-01622 x ECU-01573	5,23	118	219	144	10,5	27,3	
Promedio de la selección		6,00	116	198	115	14,3	32,5
Promedio de la población		3,94	117	187	106	29,3	48,9
Diferencial de selección		2,06	-1	11	9	-15,3	-16,4

En el siguiente ciclo agrícola 1997-1998 se evaluaron 300 familias provenientes de los cruzamientos seleccionados el año anterior en tres localidades provincia de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo, sitio La Esperanza y en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Belisario Quevedo, sitio La Hoya y Santa Catalina. Mediante el método de mazorca por surco modificado se seleccionaron 74 familias con un total de 153 mazorcas (Cuadro 4) que manifestaron un promedio de rendimiento de 5,01 t/ha, con un máximo de 6,85

y un mínimo de 3,26 t/ha, para las tres localidades; mientras que el promedio de toda la población fue de 4,25 t/ha .

Cuadro 4. Promedios para cuatro características agronómicas de las 74 familias seleccionadas de la población *mishca* evaluadas en La Esperanza, La Hoya y EESC, ciclo agrícola 1997-1998.

No.	Identificación	Rendimiento (t/ha)	Días a la floración	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)
1	Población <i>mishca</i> - 194	6,85	102	185	97
2	Población <i>mishca</i> - 195	6,61	98	199	113
3	Población <i>mishca</i> - 193	6,09	105	186	105
4	Población <i>mishca</i> - 202	6,05	105	188	92
5	Población <i>mishca</i> - 59	5,96	95	164	107
6	Población <i>mishca</i> - 148	5,94	98	174	96
.
.
74	Población <i>mishca</i> - 25	3,26	98	177	83
	Promedio de la selección	5,01	101	182	98
	Promedio de la población	4,25	100	178	92
	Diferencial de selección	0,76	1	4	6

Los 74 materiales seleccionados presentan una ganancia en rendimiento de 0.76 t/ha con respecto a la media de la población, mientras que para las otras características presentaron valores muy similares (INIAP, 1998).

Para el ciclo 1998-1999, se continuó con el mejoramiento para lo cual se dispusieron las familias en un lote de medios hermanos. En este ciclo se seleccionaron 114 familias con un total de 267 mazorcas (Cuadro 5), se puede notar que las familias seleccionadas presentaron rendimientos promedios entre 1,9 a 8,1 t/ha. El promedio de la selección (5,1 t/ha) es apenas superior al de la población (4,9 t/ha), esto se debe a que se puso mayor énfasis en la selección en la calidad o tipo de grano. Si bien se observan familias muy productivas, estas presentaron mezclas o amoroamiento en el grano, característica que es indeseable para los agricultores y consumidores. En cuanto a las demás características agronómicas evaluadas, no se observaron diferencias entre el promedio de la selección y de la población. Así, los promedios generales para días a la floración femenina fueron de 116,7 días, para altura de planta de 182,6 cm y 3,0 en aspecto de mazorca, mientras que los promedios de la selección fueron de 116,7 días, 184,6 cm y 2,9, para las características mencionadas, respectivamente (INIAP, 1999).

Cuadro 5. Estadísticas generales para cuatro características agronómicas de 114 familias seleccionadas de maíz tipo *mishca*, EESC, ciclo agrícola 1998 -1999.

No.	Identificación	Rendimiento (t/ha)	Días a la floración	Altura de planta (cm)	Aspecto de mazorca
1	Población <i>mishca</i> 202-3	8,1	114	220	3,0
2	Población <i>mishca</i> 202-1	7,6	123	207	2,5
3	Población <i>mishca</i> 226-1	7,6	123	195	3,0
4	Población <i>mishca</i> 65-1	7,4	123	203	2,5
5	Población <i>mishca</i> 110-1	7,1	121	195	2,5
6	Población <i>mishca</i> 42-1	6,9	114	173	2,5
7	Población <i>mishca</i> 241-1	6,8	114	193	2,5
8	Población <i>mishca</i> 183-1	6,8	116	190	3,0
9	Población <i>mishca</i> 199-1	6,8	128	202	3,5
10	Población <i>mishca</i> 227-1	6,8	119	157	3,0
114	Población <i>mishca</i> 45-1	1,9	105	130	4,0
	Promedio de la selección	5,1	116,7	184,6	2,9
	Promedio de la población	4,9	116,7	182,6	3,0
	Máximo de la población	8,1	133	225	4,0
	Mínimo de la población	1,2	105	127	2,0

Además, se validó el material en unicultivo y asociado con fréjol, en cuatro localidades, Cayambe, Tabacundo, Tumbaco y Salcedo en campo de agricultores. En el Cuadro 6 se puede observar que el material amarillo harinoso *mishca* mejorado se ha reducido la altura de planta y mazorca, observándose más pequeño que el material del agricultor, lo que permite reducir el índice de acame (Villena *et al*, 1972). En cuanto a rendimiento, el material mejorado presentó promedios que superaron ligeramente al material del agricultor en todas las localidades evaluadas, tanto en unicultivo como asociado con fréjol.

Cuadro 6. Promedios para cuatro características agronómicas de la población *mishca* y material del agricultor en tres localidades. Pichincha y Cotopaxi, ciclo agrícola 1998 -1999.

Localidad	Identificación	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Valor agronómico	Enfermedad foliar (1-5)
Cayambe (3 200 msnm)	<i>mishca</i>	146	71	3	1
	<i>mejorado</i>				
Tabacundo (2 700 msnm)	<i>mishca</i>	161	80	3	1
	<i>agricultor</i>				
	<i>mishca</i>	185	102	3	2
Santa Rosa (2 500 msnm)	<i>mejorado</i>	206	112	3	2
	<i>agricultor</i>				
	<i>mishca</i>	168	118	2	1
	<i>mejorado</i>	220	117	2	1
	<i>agricultor</i>				

En el año 1999-2000, se realizó nuevamente el mejoramiento del material en un lote de medios hermanos utilizando las familias seleccionadas el ciclo anterior. En este período se

seleccionaron 150 familias con un total de 304 mazorcas (Cuadro 7), se puede notar que las familias seleccionadas presentaron rendimientos promedios entre 3,97 a 8,11 t/ha. El promedio de la selección (5,1 t/ha) es superior al de la población (4,4 t/ha), esto se debe a que se puso mayor énfasis en lo referente a rendimiento, aspecto de mazorca y tipo de grano. En cuanto a las demás características agronómicas evaluadas, no se observaron diferencias entre el promedio de la selección y de la población. Así, los promedios generales alcanzados para días a la floración femenina fue de 114,9 días, en altura de planta fue de 194,3 cm y 2,2 en aspecto de mazorca, mientras que los promedios de la selección fueron de 114,7 días, 196,8 cm y 2,0, para las características mencionadas, respectivamente (INIAP, 2000).

Cuadro 7. Estadísticas generales para cuatro características agronómicas de 304 familias seleccionadas de maíz tipo Mishca, Sta. Catalina, ciclo agrícola 1999 -2000.

No.	Identificación	Rendimiento (t/ha)	Días a la floración	Altura de planta (cm)	Aspecto de mazorca
1	Población <i>mishca</i> 126-5	8,11	117	203	2,0
2	Población <i>mishca</i> 119-1	7,78	115	217	2,0
3	Población <i>mishca</i> 126-4	7,11	117	205	2,0
4	Población <i>mishca</i> 138-1	6,95	119	195	2,0
5	Población <i>mishca</i> 85-2	6,78	110	207	2,0
6	Población <i>mishca</i> 116-2	6,62	122	203	2,0
7	Población <i>mishca</i> 126-3	6,45	119	185	2,0
8	Población <i>mishca</i> 85-3	6,45	117	228	2,0
9	Población <i>mishca</i> 106-3	6,37	117	208	2,0
10	Población <i>mishca</i> 118-5	6,29	119	200	2,0
...
150	Población <i>mishca</i> 149-1	3,97	115	180	2,0
	Promedio de la selección	5,1	114,7	196,8	2,0
	Promedio de la población	4,4	114,9	194,3	2,2
	Máximo de la población	8,11	124	247	4,0
	Mínimo de la población	1,49	105	137	1,0
	Diferencial de selección	0,70	-0,2	2,5	-0,2

Los 150 materiales seleccionados presentan una ganancia en rendimiento de 0,70 t/ha con respecto a la media de la población, mientras que para las otras características presentaron valores muy similares (INIAP, 2000).

Además, se validó el material con fertilización y sin fertilización en las provincias de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo, sitio La Esperanza y Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Belisario Quevedo, sitio la Hoya de Santa Rosa y cantón Saquisilí, parroquia Guaytacama, sitio Guaytacama en campo de agricultores (Cuadro 8). El rendimiento promedio de las tres localidades fue de 4,07 t/ha, considerado muy bueno por los agricultores.

Cuadro 8. Promedios para cinco características agronómicas de la población Mishca La Esperanza, La Hoya y Guaytacama. Ciclo agrícola 1999 -2000.

Localidad	Identificación	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Pudrición de mazorca (%)	Aspecto de mazorca (1-5)	Rendimiento (t/ha)
La Esperanza (2 710 msnm)	<i>mishca</i> (INIAP-124)	205	95	16,74	3,0	4,03
La Hoya (2 500 msnm)	<i>mishca</i> (INIAP-124)	220	127	30,37	3,0	3,62
Guaytacama (2 900 msnm)	<i>mishca</i> (INIAP-124)	179	85	2,4	2,0	4,57

Paralelamente, en la EESC se realizó multiplicación de semilla categoría fitomejorador de INIAP-124; utilizando 337 familias que se dispusieron en un lote de medios hermanos. Estas 337 familias estuvieron formadas por: 267 familias seleccionadas el ciclo anterior, 20 familias provenientes de las cruces de INIAP-122 x *mishca*, 10 familias de sintético líneas S1 amarillo harinoso, 10 familias de la variedad experimental *mishca*, 10 familias de selección grano grande amarillo harinoso y 20 familias de la recombinación de líneas S1 *Mishca*, mientras que en Guaytacama (Cotopaxi) se obtuvo semilla de calidad en campo de agricultores en un lote de una hectárea, en el que se realizaron labores de desespigamiento de plantas indeseables o atípicas y marcación de plantas para seleccionar semilla.

En el ciclo agrícola 2000-2001, se continuó el mejoramiento del material en la EESC (Sección Oriental) mediante el establecimiento de las familias seleccionadas el año anterior en un lote de medios hermanos. En este ciclo se seleccionaron 148 familias con un total de 308 mazorcas entre hembras (181) y machos (127) (Cuadro 9), las familias seleccionadas presentaron rendimientos promedios entre 0,8 a 7,4 t/ha. El promedio de la selección (3,86 t/ha) es superior al de la población (3,68 t/ha), esto se debe a que se puso mayor presión de selección en lo referente a rendimiento, aspecto de mazorca y tipo de grano. En cuanto a las demás características agronómicas evaluadas, no se observaron diferencias entre el promedio de la selección y de la población. Así, los promedios generales para altura de planta fue de 183,5 cm, para altura de mazorca de 100,3 cm y 2,8 en aspecto de mazorca, mientras que los promedios de la selección fueron de 184,3 cm, 99,9 cm y 2,6 para las características mencionadas, respectivamente.

Cuadro 9. Estadísticas generales para cuatro características agronómicas de 148 familias seleccionadas de maíz tipo *mishca*, EESC, ciclo agrícola 2000 -2001.

No.	Identificación	Rendimiento (t/ha)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Aspecto de mazorca (1-5)
1	Población <i>mishca</i> 11-1	7,4	178	87	2,0
2	Población <i>mishca</i> 128-1	7,3	173	70	2,0
3	Población <i>mishca</i> 238-1	6,7	173	115	3,0
4	Población <i>mishca</i> 88-2	6,5	178	108	3,0
5	Población <i>mishca</i> 104-4	6,5	182	80	2,0
6	Población <i>mishca</i> 198-2	6,5	187	100	3,0
7	Población <i>mishca</i> 228-3	6,4	172	122	2,0
8	Población <i>mishca</i> 17-2	6,2	178	80	2,0
9	INIAP-122 x <i>mishca</i> 310-6	6,2	177	87	2,0
10	Población <i>mishca</i> 198-3	6,1	180	108	3,0
148	Población <i>mishca</i> 88-2	0,8	148	88	3,0
	Promedio de la selección	3,86	184,3	99,9	2,6
	Promedio de la población	3,68	183,5	100,3	2,8
	Máximo	7,69	240	148,0	4,0
	Mínimo	0,16	135	62,0	2,0
	Diferencial de selección	0,18	0,8	-0,4	-0,2

Los 148 materiales seleccionados presentan una ganancia en rendimiento de 0,18 t/ha con respecto a la media de la población, mientras que para las otras características presentaron valores muy similares.

Igualmente en este ciclo, se realizó la validación del material en las provincias de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo, sitio La Esperanza; Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Belisario Quevedo, sitio la Hoya de Santa Rosa y en Tungurahua, cantón Pelileo, parroquia García Moreno, sitio Catimbo en campo de agricultores (Cuadro 10). El rendimiento promedio de las tres localidades fue de 3,97 t/ha, considerado muy bueno por los agricultores.

Cuadro 10. Promedios para cinco características agronómicas de la población *mishca*. La Esperanza, La Hoya y Catimbo. Ciclo agrícola 2000 -2001.

Localidad	Identificación	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Pudrición de mazorca escala (1-5)	Aspecto de mazorca (1-5)	Rendimiento (t/ha)
La Esperanza (2 710 msnm)	<i>mishca</i> (INIAP-124)	195	115	2.2	2.4	2.18
La Hoya (2 500 msnm)	<i>mishca</i> (INIAP-124)	220	130	2.5	2.5	4.27
Catimbo (2 500 msnm)	<i>mishca</i> (INIAP-124)	210	110	2.0	2.0	5.45

En Santa Catalina se realizó multiplicación de semilla categoría fitomejorador de esta variedad; utilizando 314 familias que se dispusieron en un lote de medios hermanos (304 familias seleccionadas el ciclo anterior y una selección de las cruces de INIAP-122 por *mishca*), se seleccionaron 211 familias y se obtuvieron 359 mazorcas o nuevas familias, para utilizarse

como plantas machos 146 y 213 nuevas familias como plantas hembras; mientras que en Guaytacama (Cotopaxi) se obtuvo semilla de calidad en campo de agricultores.

6.2 Zonificación

INIAP-124 "*Mishca* Mejorado", se adapta a altitudes comprendidas entre los 2200 a 2900 msnm, su temperatura entre 12 y 18 C, con precipitaciones promedias entre 1000 y 1500 mm. Esta región bioclimática corresponde a la formación ecológica *bosque húmedo Montano Bajo*, donde predomina el cultivo de maíz amarillo harinoso especialmente de raza *mishca* (Cañadas, 1983).

6.3 Características de la variedad

6.3.1 Características agromorfológicas

Característica *	Promedio
Pubescencia de tallo (% de plantas)	
Escasa	21,0
Media	76,4
Abundante	2,6
Número de hojas sobre la mazorca superior	5,0
Color de estigmas (% de plantas)	
Púrpura oscuro	29,8
Púrpura claro	49,0
Crema	21,2
Tipo de panoja (% de plantas)	
Primaria	0,0
Secundaria	88,2
Terciaria	11,8
Color de panoja (% de plantas)	
Púrpura oscuro	61,8
Púrpura claro	38,2
Crema	0,0
Longitud de mazorca (cm)	12,1
Diámetro de mazorca (cm)	4,7
Número de hileras	11,0
Color de tusa (% de mazorcas)	
Roja	25,0
Blanca	37,5
Rosada	37,5
Peso de 1000 semillas (gr)	600,0
Tamaño de grano (mm)	16,0
Tipo de grano	Harinoso
Color de grano	Amarillo

* Datos obtenidos en la EESC.

6.3.2 Características agronómicas

Característica *	Rango	Promedio
Floración femenina (días)	105-129	117
Altura de planta (cm)	133-237	185
Altura de mazorca (cm)	62-148	105
Porcentaje de desgrane	70-80	86
Días a la cosecha en choclo	120-130	115
Días a la cosecha en seco	233-282	258
Rendimiento experimental: en grano seco (ton/ha)	2,5-7,6	5,1
Rendimiento comercial: de choclos (sacos por ha)**	160-305	233
en grano seco (ton/ha)	2,2 – 5,5	3,9

* Datos obtenidos en localidades que varían de 2 200 a 2 900 msnm.

** Sacos de 140 choclos de 1^a y 2^{da} clase (Anexo 1).

6.3.3 Características de calidad (base seca)*

Rubro	Porcentaje (%)
Humedad	13,78
Proteína	6,23
Azúcares totales	0,75
Almidón	80,39

* DNC (Departamento Nacional de Nutrición y Calidad de la EESC-INIAP)

7. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

7.1 Preparación del suelo

Se recomienda preparar el suelo con dos meses de anticipación, lo que facilitará la descomposición de residuos y su mineralización. Se debe realizar una labor de arada, una de rastra y la surcado, las mismas que pueden realizarse con tractor o yunta.

7.2 Fertilización

Para una adecuada fertilización es necesario realizar el análisis químico del suelo por lo menos dos meses antes de la siembra. La variedad INIAP-124 “Mishca mejorado” es eficiente en el aprovechamiento de nutrientes del suelo por lo que necesita dosis bajas de fertilización. Para suelos bajos en nitrógeno (menos de 25 ppm) y de fósforo (menos de 10 ppm), se sugiere aplicar al menos una dosis de 80-90 kg/ha de N y P₂O₅ respectivamente, la cual se puede alcanzar con la aplicación de 180 kg de 18-46-00 a la siembra y 90 kg de urea al aporque (45 días después de la siembra).

7.3 Época de siembra

Varía desde septiembre hasta mediados de noviembre, dependiendo de la localidad y de la disponibilidad de agua de riego o el régimen de lluvias.

7.4 Siembra y densidad poblacional

La siembra se hará en suelo húmedo y a un costado del surco. Las distancias de siembra recomendadas son:

Unicultivo

Distancia entre surcos:	80 cm
Distancia entre sitios:	50 cm
Número de semillas por sitio:	2
Densidad poblacional:	50 000 plantas/ha
Cantidad de semilla:	30 kg/ha

Asociado

Distancia entre surcos:	80 cm
Distancia entre sitios:	80 cm
Número de semillas de maíz por sitio:	3
Número de semillas de fréjol por sitio:	2
Densidad poblacional de maíz:	46 000 plantas/ha
Densidad poblacional de fréjol:	31 250 plantas/ha
Cantidad de semilla de maíz:	25 kg/ha
Cantidad de semilla de fréjol:	45 kg/ha

7.5 Asociación con fréjol

INIAP-124 “*mishca mejorado*” puede sembrarse en asociación, por ejemplo, con las variedades mejoradas de fréjol INIAP-416 “Canario”, INIAP-412 “Toa”. Se comporta bien con las variedades locales de fréjol, tales como bolón-bayo, canario y capulí.

7.6 Control de malezas

En localidades con alta presencia de malezas se recomienda aplicar herbicidas selectivos a base de *Atrazina* en dosis de 1,6 a 2,0 kg/ha de ingrediente activo (2,0 a 2,5 kg/ha de producto comercial), en 400 litros de agua. Si el cultivo es asociado con fréjol es recomendable aplicar la mezcla de *Linurón* en dosis de 0,5 kg de ingrediente activo (1,0 kg de producto comercial) + *Alaclor* en dosis de 0,96 l de ingrediente activo (2,0 l de producto comercial), por hectárea en 400 litros de agua. Los herbicidas deben aplicarse en preemergencia, sobre suelo húmedo. En caso de no aplicarse herbicida, se debe realizar una o dos deshierbas manuales, de acuerdo a la incidencia de malezas.

7.7 Control de insectos

Para controlar insectos del suelo, se recomienda hacer aplicaciones de pesticida únicamente cuando sea necesario. Para el caso de gusano negro trozador (*Agrotis ipsilon*), si se observa un 10% de plantas cortadas o marchitas se recomienda aplicar a la base del tallo insecticidas a base de *Endosulfán*, en dosis de 2 l/ha de producto comercial; o *Acefato* en dosis de 0,8 kg/ha de producto comercial, entre otros.

Para controlar a los gusanos de la mazorca (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*) se recomienda la aplicación de aceite comestible de origen vegetal con aceitero o algodón en tres aplicaciones. La primera cuando una tercera parte de las plantas presenta en sus mazorcas hasta 3 cm de presencia de estigmas; la segunda luego de 8 días y la tercera a los 15 días de la primera aplicación. Cada aplicación se realiza en promedio con cuatro jornales y la cantidad de aceite a usar es de 3 a 4 l/ha por aplicación (Dobronski *et al.*, 1998).

7.8 Cosecha

La cosecha en choclo se efectúa cuando el grano está en estado “lechoso”; para humitas en estado semipastoso o “cao”; y para semilla se cosecha al momento de la madurez fisiológica, cuando en la base del grano se observa una capa negra; mientras que para la cosecha en grano comercial se puede esperar por un período de 20 a 30 días más en el campo.

7.9 Almacenamiento

La mazorca o el grano para semilla se deben almacenar en lugares frescos (10-12°C) y secos (con menos de 60% de humedad relativa), libres de gorgojo y con humedad en el grano inferior al 12%, para lo cual se recomienda utilizar un fumigante a base de *Gastoxin* en dosis de 6 a 10 (pastillas de 3 g) con un tiempo de exposición no menor de 72 horas.

7.10 Costos de Producción

Se los puede observar en los anexos 2 y 3.

ANEXO 1. Clasificación del choclo por su tamaño. Norma Ecuatoriana Obligatoria INEN-1761. 1990-09.

Tipo (tamaño)	Clase	Diámetro ecuatorial en cm		Longitud en cm	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
I Grande	Primera		/ 7.0		/ 20.1
II Mediano	Segunda	4	6.9	10	20
III Pequeño	Tercera		≤ 3.9		≤ 10.0

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Cañadas, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-pronareg. Quito-Ecuador. pp. 36-37
2. Dobronski, J., Silva, E. y Heredia, J. 1998. Control de gusanos de la mazorca de maíz mediante el uso de aceite vegetal. Plegable divulgativo número 166 INIAP. Quito-Ecuador. pp 1-5
3. INIAP. 1994. Informe anual del Programa de Maíz 1993. EESC. Quito-Ecuador. pp 33-35
4. INIAP. 1995. Informe anual del Programa de Maíz 1994. EESC. Quito-Ecuador. pp 21-30
5. INIAP. 1996. Informe anual del Programa de Maíz 1995. EESC. Quito-Ecuador. pp 11-20
6. INIAP. 1997. Informe anual del Programa de Maíz 1996. EESC. Quito-Ecuador. pp 14-25
7. INIAP. 1998. Informe anual del Programa de Maíz 1997. EESC. Quito-Ecuador. pp 11-18
8. INIAP. 1999. Informe anual del Programa de Maíz 1998. EESC. Quito-Ecuador. pp 09-15
9. INIAP. 2000. Informe anual del Programa de Maíz 1999. EESC. Quito-Ecuador. pp 04-18
10. INIAP. 2001. Informe anual del Programa de Maíz 2000. EESC. Quito-Ecuador. pp 02-14

11. INEC. 1996. Encuesta Nacional de Superficie y Producción Agropecuarias de 1995. Quito-Ecuador. pp 44-47
12. INEN. 1990. Clasificación del choclo por su tamaño. Norma Ecuatoriana Obligatoria 1761.
13. MAG. 1998. Estimaciones de la superficie cosechada. Quito-Ecuador. 3p.
14. Villena, W. y Johnson, E. 1972. Respuestas a selección para altura de planta y sus efectos en rendimiento de grano y acame de raíz en tres poblaciones tropicales de maíz. XVIII Reunión del PCCMCA. Managua, Nicaragua. 9 p.