



ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
PROGRAMA DE MAIZ

INFORMACION TECNICA DE LA VARIEDAD DE MAIZ INIAP-122 “CHAUCHO MEJORADO”, PARA LA PROVINCIA DE IMBABURA

Ing. M. Sc. Edison Silva*
Ing. Jorge Dobronski*
Agr. Jorge Heredia*

a. ANTECEDENTES

Imbabura es una de las provincias importantes de la Sierra en la producción de maíz suave, en ésta se siembran alrededor de 20 000 ha anuales de maíz amarillo. Las variedades nativas más ampliamente difundidas son Chaucho y Huandango, destacándose el cultivo de Chaucho en los cantones Antonio Ante, Cotacachi, Ibarra y Urcuquí.

Esta variedad se la consume principalmente como choclo, sin embargo es apreciado también para mote, tostado, harinas, humitas, sopa, tortillas, chicha, pan, etc.; además la planta es utilizada como forraje o abono.

Desde 1993, el Programa de Maíz de la Estación Experimental “Santa Catalina” 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. La variedad INIAP-122, “CHAUCHO MEJORADO”, ha sido desarrollada con la participación directa de los agricultores y consumidores, quienes la seleccionaron por sus características de precocidad, porte bajo, mazorca grande, resistencia al acame, tolerancia a la pudrición de mazorca y buena calidad de grano.

CHAUCHO MEJORADO se adapta a altitudes entre los 2 200 y 2 800 msnm; a los 2 200 msnm se lo cosecha en tierno (choclo) a los 4 meses y en seco a los 7 meses. Se asocia bien con variedades trepadoras de fréjol semi-precocoz como INIAP- 412, TOA. El rendimiento experimental por hectárea de choclo es de 230 sacos (125 choclos por saco) y de grano seco de 4.6 toneladas.

La liberación de Chaucho se enmarca dentro de la nueva estrategia del INIAP de generar tecnología basada en la demanda de los productores y consumidores, así como la de conservar los recursos fitogenéticos locales mejorando la producción.

* Técnicos Programa de Maíz Estación Experimental Santa Catalina INIAP

b. ORIGEN Y DESARROLLO DE LA VARIEDAD

INIAP-122, CHAUCHO MEJORADO, se derivó de un compuesto intervarietal de 4 colectas de maíz local, provenientes de Chaltura, la Florida, Natabuela e Imantag, todas de Imbabura. Las colecciones están identificadas en el Banco de Germoplasma del INIAP-DENAREF con los códigos ECU-07203, ECU-07297, ECU-07302 y ECU-07310, respectivamente.

El trabajo de mejoramiento se inició en 1992, con la recolección y evaluación de 61 colectas locales de maíz amarillo harinoso (32 colecciones en campo de agricultores en Imbabura y 29 provenientes del Banco de Germoplasma del INIAP). La evaluación se realizó de acuerdo a los dominios de recomendación identificados en la provincia de Imbabura y con diferentes niveles de fertilización, así: sin fertilización (Cotacachi), 40-0-0 de N-P₂O₅-K₂O (Otavalo), 80-40-0 (Chaltura y San Roque) y 82-92-0 (Santa Catalina). De esta manera se seleccionaron los materiales que presentaron un comportamiento sobresaliente, tanto en baja, media y alta fertilización.

Se seleccionaron las 9 colectas más sobresalientes agrónomicamente y que presentaron altos rendimientos. En el ciclo 1994-1995 se evaluaron las 9 colectas, en estado de choclo, grano seco y en asociación con fréjol voluble, con aplicación de técnicas de investigación participativa (5 localidades). Con los resultados obtenidos se seleccionaron las 4 colectas superiores, que presentaron buenas características agrónomicas tanto en choclo, grano seco y en asociación con fréjol voluble o trepador, estas sirvieron para formar la población o compuesto, que fue sometida a 2 ciclos de Selección Masal Estratificada, en 3 localidades (una en Santa Catalina y las dos restantes en Imbabura), de la cual se derivó la variedad INIAP-122 Chaucho Mejorado.

De igual manera estos materiales fueron seleccionados, por los agricultores, de acuerdo a su apariencia en mazorca y grano, color de tusa, largo del pedúnculo superior a 5 cm; complementándose con pruebas de aceptación y palatabilidad en choclo y grano seco. Cabe resaltar el trabajo de selección realizado para color de tusa, ya que al inicio el material presentaba más de un 40 % de mazorcas con tusa morada, lo que no agradaba a los productores, consumidores y comerciantes, por su efecto de tinción a varios de los productos derivados de este tipo de maíz. La variedad INIAP-122 presenta únicamente un 5 % de tusa morada.

c. DESCRIPCION AGRONOMICA

c.1. Características morfológicas

Característica *	Promedio
Número de hojas sobre la mazorca superior	6
Tipo de panoja: (% de plantas)	
Primaria	0
Secundaria	1
Terciaria	99
Color de panoja: (% de plantas)	
Amarillo	1.5
Rosado	22.2
Morado	76.3
Color de estigmas: (% de plantas)	
Amarillo	30.5
Rosado	50.5
Morado	19
Pubescencia de tallo: (% de plantas)	
Escasa	51.8
Media	46.2
Abundante	2
Color de tusa: (% de mazorcas)	
Roja	80
Blanca	15
Morada	5
Longitud de mazorca (cm)	18
Diámetro de mazorca (cm)	4.9
Número de hileras	10
Peso de 1000 semillas (gr)	600
Tamaño de grano (mm)	16
Tipo de grano	harinoso
Color de grano	amarillo

* Datos obtenidos en la Estación Experimental "Santa Catalina"

c.2. Características agronómicas

Característica *	Rango	Promedio
Floración femenina (días)	95-110	102
Altura de planta (cm)	160-380	250
Altura de mazorca (cm)	100-220	140
Porcentaje de desgrane	85-89	87
Días a la cosecha en choclo	120-150	135
Días a la cosecha en seco	210-240	225
Rendimiento comercial: de choclos (sacos por ha)**	160-205	190
en grano seco (ton/ha)	1.55-4.85	3.86
Rendimiento experimental : de choclos (sacos por ha)**	203-245	230
en grano seco (ton/ha)	3.25-6.65	4.61

* Datos obtenidos en localidades que varían de 2 200 a 2 800 msnm

** Sacos de 125 choclos de 1^{ra} y 2^{da} clase (Anexo 1)

c.3. Características de calidad (base seca)*

Humedad %	13.03
Proteína %	8.13
Azúcares totales %	2.32
Almidón %	74.57

* Dpto. de Nutrición y Calidad de la EESC-INIAP

c.4. Pruebas de aceptación**

Aceptación en choclo	Bueno
Aceptación en tostado	Bueno

** Encuestas a agricultores, técnicos y público en general

Con la finalidad de lograr una rápida y eficaz aceptación y difusión de la nueva variedad, se la sometió a evaluaciones de preferencia y gusto, en estado tierno (choclo) y seco (tostado). Para tal efecto se utilizó un panel de degustación conformado por alrededor de 30 personas, para cada evaluación. En el caso de choclo, se realizó una calificación de aceptación antes de cocción, en la que se tomaron en cuenta como parámetros el tamaño, uniformidad y apariencia. Después de cocción se utilizaron como parámetros el aspecto del grano, dureza y principalmente sabor. Dentro de lo posible se dió un tratamiento (cocción) similar a los materiales, utilizando la misma cantidad de agua y aceite, tratando que estén en las mismas condiciones: temperatura, tiempo, etc.

d. COMPORTAMIENTO EN ENSAYOS DE CAMPO

d.1. Rendimiento y estabilidad a través de ambientes

En los cuadros 1 y 2 se presentan los promedios y parámetros de estabilidad (Eberhart y Russell, 1960) para rendimiento, de las cuatro colecciones que componen la nueva variedad (ECU-07203, ECU-07297, ECU-07302 y ECU-07310), en los ciclos 1993-1994 y 1994-1995, observándose de manera general que superaron en rendimiento a los testigos locales y mejorados. En cuanto a los parámetros de estabilidad, las cuatro colectas se presentaron como estables y consistentes en los dos años de evaluación.

El rendimiento promedio de las cuatro colecciones seleccionadas obtenida en estos dos ciclos de 4.675 (1993-94) y 5.794 t/ha (1994-1995), son estimadores confiables de el comportamiento o rendimiento que se obtenga con el compuesto intervarietal formado con esas colecciones. Esto está de acuerdo con lo expuesto por Peña *et al.*, en 1990, quien manifiesta que el comportamiento de un compuesto depende de las características de sus componentes y que generalmente supera en rendimiento y en la mayoría de los caracteres estudiados, al promedio de sus componentes.

Cuadro 1. Promedios y parámetros de estabilidad para rendimiento de 4 colecciones de maíz Chaucho, evaluadas en cinco localidades^{1/}. Ciclo 1993-1994.

COLECCION	Rendimiento (t/ha)	Parámetros de estabilidad	
		Bi	S ² di
1) ECU-07203	4.990	0.91 ns	0.32 ns
2) ECU-07297	4.566	1.26 ns	0.31 ns
3) ECU-07302	4.402	0.49 ns	0.27 ns
4) ECU-07310	4.840	0.88 ns	-0.21 ns
5) INIAP-131(Testigo)	3.856	1.09 ns	0.37 ns
Promedio de 4 colecciones	4.675		
Promedio otras (60) colecc.	4.053		

^{1/} Chaltura, San Roque, Cotacachi, Otavalo y Estación Experimental "Santa Catalina"

Cuadro 2. Promedios y parámetros de estabilidad para rendimiento de 4 colecciones de maíz Chaucho, evaluadas en cuatro localidades^{1/} en grano seco y 2 en choclo. Ciclo 1994-1995.

COLECCION	Rendimiento (t/ha)		Parámetros de estabilidad		Rendimiento en choclo (sacos de 125 unidades)	
	Solo	Asocio	Bi	S ² di	Solo	Asocio
1) ECU-07203	5.773	5.806	1.35 ns	-0.03 ns	274	159
2) ECU-07297	5.737	5.300	1.08 ns	-0.09 ns	281	178
3) ECU-07302	6.113	5.961	1.13 ns	-0.08 ns	263	215
4) ECU-07310	5.556	6.044	0.88 ns	-0.09ns	296	203
Testigo INIAP-131	5.806	5.711			286	203
Promedio de 4 colectas	5.794	5.777			278	189
Promedio otras colectas	5.592	5.313			258	185

^{1/} Cotacachi, Cotama, Otavalo y Estación Experimental "Santa Catalina"

De acuerdo a los datos presentados en el Cuadro 2, el testigo INIAP-131, supera en rendimiento, tanto en grano seco como en choclo, a varias de las colectas que conforman la variedad INIAP-122; pero tiene el inconveniente de presentar una coloración más intensa de grano que da la apariencia de ser duro, motivando el rechazo de los agricultores.

En el ciclo 1995-1996, se tomaron 50 mazorcas (familias) de cada colecta seleccionada para formar la variedad INIAP-122, la misma que se sembró en tres localidades: Cotacachi, Otavalo y la Estación "Santa Catalina" en las cuales se aplicó Selección Masal Estratificada. En cada localidad se utilizó un área de 2 000 m², excepto en Santa Catalina donde se sembró alrededor de 4 000 m². Los estratos para la selección fueron de cinco surcos, los que contenían 110 plantas. Dentro de cada estrato se seleccionaron antes de la cosecha las mejores 25 plantas que presentaban competencia completa. A la cosecha se seleccionaron las mejores 5 a 7 mejores mazorcas de cada estrato, dando como resultado una presión de selección de alrededor del 5 %. Por otra parte, se tomó el peso de los diferentes estratos para realizar un cálculo general del rendimiento por cada localidad.

En cuanto al rendimiento promedio obtenido 4.61 t/ha se puede indicar que este es alto, considerando que se obtuvo de un promedio de todos los estratos de los lotes de selección en las tres localidades, por lo que se podrían considerar como representativos o similares a los que se obtendrían en un lote comercial.

En el ciclo 1996-97 se realizó el segundo ciclo de Selección Masal Estratificada en tres localidades (Santa Catalina, Cotacachi y Natabuela), obteniéndose un rendimiento promedio de 4.55 t/ha. Con estos resultados se puede observar que la nueva variedad INIAP-122, tiene un buen comportamiento y estabilidad en rendimiento a través de los años.

d2. Reacción a enfermedades

Las colectas que formaron la variedad y la variedad INIAP-122 son tolerante a las enfermedades foliares "tizón de la hoja" y "roya" causadas por los hongos *Helminthosporium turcicum* y *Puccinia* sp, respectivamente. De igual manera son tolerantes a la "podrición de la mazorca" causada por *Fusarium moniliforme*; para esta última enfermedad, INIAP-122 es muy superior o más tolerante que la variedad mejorada INIAP-131 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Reacción a enfermedades de la variedad INIAP-122, las cuatro colectas locales que la componen e INIAP-131 (Testigo)

COLECCION	<i>H. turcicum</i> ^{VI}	<i>Puccinia</i> sp ^{VI}	<i>F. moniliforme</i> % de mazorcas podridas
1) ECU-07203	1.71	1.1	33.3
2) ECU-07297	1.71	1.2	29.8
3) ECU-07302	1.86	1.1	24.4
4) ECU-07310	2.14	1.2	26.4
INIAP-122	1.85	1.2	28.5
Testigo INIAP-131	1.57	1.3	49.8

^{VI} Para la calificación se utilizó la escala 1-5, donde: 1 = muy sana y 5 = muy enferma.

e. INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA

Para que los agricultores determinen realmente cuales son las bondades de una nueva tecnología, es necesario que las evaluaciones se realicen con la participación del personal involucrado en la producción, como son los propios agricultores y extensionistas del sector. Las evaluaciones se pueden desarrollar manteniendo al productor en contacto directo con las opciones tecnológicas, estimulando la libre expresión de sus opiniones, preferencias, críticas y sugerencias en cuanto a la tecnología propuesta por el investigador (Ashby, 1993).

En la generación de este material se aplicó esta metodología de investigación participativa, así desde la recolección de germoplasma en 1992, los agricultores mencionaron la necesidad de un material precoz, que tenga muy buena calidad de grano y que no presente su tusa morada. Estas características que deseaban los agricultores se tomaron en cuenta durante el proceso de selección y se fueron evaluando con la presencia de ellos en el campo y fueron ellos quienes apoyaron la selección de las colectas sobresalientes para formar la población y la variedad.

f. MANEJO AGRONÓMICO DE LA VARIEDAD

f. 1. Preparación del suelo

Se recomienda preparar el suelo con 2 meses de anticipación, lo que facilitará la descomposición de residuos y su mineralización. Las labores de arada, rastra y surcado pueden realizarse con tractor o yunta.

f. 2. Fertilización

Para una adecuada fertilización es necesario realizar el análisis químico de suelo por lo menos dos meses antes de la siembra. La variedad CHAUCHO 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 40-20 kg/ha de N y P₂O₅, la cual se puede alcanzar con la aplicación de 45 kg de 18-46-00 a la siembra y 90 kg de urea al aporque.

f. 3. Siembra y densidad poblacional

La siembra se hará en suelo húmedo y a un costado del surco. La época de siembra varía desde julio hasta fines de octubre, dependiendo de la localidad y de la disponibilidad de agua de riego. Las distancias de siembra recomendadas son:

Unicultivo

Distancia entre surcos:	80 cm
Distancia entre sitios:	50 cm
No. 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
No. de semilla de maíz por sitio:	3
No. 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 maíz:	28 kg/ha
Cantidad de semilla de fréjol:	18 kg/ha

f. 4. Asociación con fréjol

CHAUCHO MEJORADO puede sembrarse en asociación con la variedad mejorada de fréjol INIAP-412, TOA.

f. 5. 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). Si el cultivo es asociado con fréjol 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. Los herbicidas deben aplicarse en preemergencia, sobre suelo húmedo. En caso de no aplicarse herbicida, se debe realizar una o dos deshierbas con yunta o a mano, de acuerdo a la incidencia de malezas.

f. 6. Control de insectos del suelo

Se recomienda hacer aplicaciones de pesticida únicamente cuando sea necesario. Para el caso de gusano negro trozador, 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 2.8 l/ha de producto comercial; o Acefato, en dosis de 2 kg/ha de producto comercial, entre otros.

f. 7. 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 para grano comercial se puede esperar a que se seque un poco más en el campo.

f. 8. Almacenamiento

La mazorca o el grano para consumo o 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%.

g. RESUMEN

Imbabura es una de las provincias importantes en la producción de maíz suave en la Sierra, donde se siembran alrededor de 20 000 ha anuales. Las variedades más cultivadas son Chaucho y Huandango, predominando Chaucho en los cantones Antonio Ante, Cotacachi, Imbabura y Urcuquí y se lo consume principalmente como choclo.

La variedad INIAP-122 CHAUCHO MEJORADO, ha sido desarrollada con la participación de los agricultores y consumidores. Se caracteriza por su precocidad, porte bajo, resistencia al acame, tolerancia a la pudrición de mazorca y buena calidad de grano. Se adapta a altitudes entre los 2 200 y 2 800 metros en los cantones antes mencionados y se asocia bien con variedades trepadoras de fréjol semi-precoz como INIAP-412 TOA.

CHAUCHO MEJORADO se deriva de un cruzamiento múltiple entre 4 colecciones de maíces locales, provenientes de Chaltura (ECU-07203), La Florida (ECU-07297), Natabuela (ECU-07302), e Imantag (ECU-07310) en Imbabura. Estas colectas presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano durante 2 ciclos de cultivo, 1993-94 y 1994-97. Luego se formó la población o compuesto y se sometió a 2 ciclos de selección en 3 localidades.

La variedad es tolerante a las enfermedades foliares “tizón de la hoja” y “roya” causadas por los hongos *Helminthosporium turcicum* y *Puccinia* sp, respectivamente. Asimismo es tolerante a la “pudrición de la mazorca” causada por *Fusarium moniliforme*.

h. BIBLIOGRAFIA

1. EBERHART, S.A., and W.A. RUSSELL. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40. 1996.
2. INIAP. Informe anual 1994. Programa de Maíz. Estación Experimental “Santa Catalina”. Quito, Ecuador. 1995. 78 p.
3. INIAP. Informe anual 1995. Programa de Maíz. Estación Experimental “Santa Catalina”. Quito, Ecuador. 1996. 49 p.

4. INIAP. Informe anual 1996. Programa de Maíz. Estación Experimental "Santa Catalina". Quito, Ecuador. 1997. 31 p.
5. MOLINA J. Selección Masal Visual Estratificada en Maíz. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 1980. 34 p.
6. PEÑA A., MOLINA J. y VILLANUEVA C. Comportamiento de compuestos F₇ de maíz con relación al rendimiento y otros caracteres de sus variedades componentes. En Agrociencia: serie Fitociencia Vol. 1 Num. 4. Montecillo, México. 1990. 85-101.

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 (1 ^{ra})		≥ 7.0		≥ 20.1
II Mediano	Segunda (2 ^{da})	4	6.9	10	20
III Pequeño	Tercera (3 ^{ra})		≤ 3.9		≤ 10.0