

FICHA TÉCNICA DE LA VARIEDAD DE MAÍZ NEGRO INIAP-199 “RACIMO DE UVA”

1. NOMBRE DE LA VARIEDAD

INIAP – 199 “Racimo de Uva”

2. ESPECIE

Nombre común: maíz negro

Nombre científico: *Zea mays* L. grupo amilácea, ecotipo: Racimo de Uva

3. FECHA DE OBTENCIÓN DE LA VARIEDAD: 2016

4. OBTENTORES

Carlos Yáñez¹, José Zambrano², Marlon Caicedo³, Jorge Heredia⁴, Carlos Sangoquiza⁴, Elena Villacrés⁵, Marcelo Racines⁶, David Caballero⁷.

5. INTRODUCCIÓN

El Maíz Morado es la variedad morada del *Zea mays* L. Es una planta andina que se cultiva en las zonas maiceras de la sierra ecuatoriana y se usa como alimento, desde hace milenios (Yáñez, et al, 2010).

Esta forma o variedad de maíz ha sido usada por la población andina para dar color a alimentos y bebidas, algo que el mundo industrializado recién está explotando (Yáñez, et al, 2010).

Actualmente su principal uso es la harina con la cual se prepara la denominada “colada morada” muy popular en las fiestas de los difuntos del 2 de noviembre (Yáñez, et al, 2010).

¹ Responsable del Programa de Maíz

² Investigador del Programa de Maíz hasta diciembre 2008

³ Investigador del Programa de Maíz hasta junio 2010

⁴ Técnico del Programa de Maíz

⁵ Investigadora del Dpto. de Nutrición y Calidad

⁶ Investigador del Dpto. de Producción de Semillas

⁷ Profesor Investigador de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH

El maíz morado (*Zea mays* L) es una planta cuya mazorca es de color negrozco, por lo que en algunas localidades lo llaman maíz negro. Su contenido de antocianinas se encuentra en mayor cantidad en la coronta o tusa, en el pericarpio que recubre al grano y en menor cantidad en el tallo (Fukamachi et al., 2008; Carhuapoma, y López, 2008).

En México y los países alto andinos (Ecuador, Perú y Bolivia) los alimentos hechos de maíz siguen siendo los más importantes componentes de la dieta nutricional especialmente de los campesinos de las zonas rurales (Manrique, 2000). Diferentes tipos de maíces (amarillos, blancos, rojos, morados o negros) son ampliamente cultivados en estas áreas (Yáñez et al, 2010). En la última década ha incrementado el interés científico sobre el maíz negro, por lo que se están realizando una serie de estudios e investigaciones sobre el colorante, sus usos y los efectos de sus propiedades antioxidantes para la salud (Brouillard, 1982; Aoki et al, 2002; Bolívar et al, 2003; Mayorga, 2010).

Timothy et al., (1966), en su libro “Razas de Maíz en Ecuador” describe a la raza de maíz negro, indicando que los maíces típicos se encuentran en altitudes medias de 2580 metros, otros en cambio desde los 2400 hasta los 2900 metros. Señala que es un maíz de color negro azulado en toda la tusa, incluidas las lemas, las glumas y la médula, con mazorcas de tamaño medio, de cónicas a ovales, granos redondos con pericarpio negro o rojo sobre la aleurona azul, estrechamente agrupados con 8 a 14 hileras irregulares en espiral que le dan la apariencia de un racimo de uvas, de ahí su nombre. Manifiesta que son plantas muy pequeñas, de tallo delgado y mazorcas bajas, muchas plantas producen dos mazorcas. Nudos incluidos, hojas cortas, muy angostas en la aurícula, suavemente arqueadas. El color en la planta es moderadamente rojizo y púrpura, con espigas bien exsertas, con pocas ramificaciones que varían ligeramente de arqueadas a rígidas como escobas. La espiga central es densa, las espiguillas no son prensadas. Las mazorcas de esta raza son cerca de dos veces más grandes que las de la raza Kulli de Bolivia, con la cual tiene relación, aparentemente; los granos son más redondos y menos puntudos.

6. ORIGEN Y MEJORAMIENTO:

Los trabajos de mejoramiento se iniciaron a partir de febrero del 2006, en el que se realizaron colectas en las provincias de la Sierra ecuatoriana (Cuadro 1), obteniéndose un total de 65 colectas, los mismos que se presentan en el Anexo 1.

Cuadro 1. Número de colectas de maíz negro en varias provincias de la sierra ecuatoriana.

PROVINCIA	MAÍZ NEGRO
Carchi	2
Imbabura	9
Pichincha	3
Cotopaxi	11
Tungurahua	4
Bolívar	9
Chimborazo	21
Azuay	4
Loja	2
TOTAL	65

En el mismo ciclo agrícola (2006-2007), se realizó el incremento de las colectas en dos localidades: Tunshi (2829 msnm) en la provincia de Chimborazo y en la Estación Experimental Santa Catalina (2400 msnm), Sección Oriental.

El método de mejoramiento utilizado para la generación de la variedad fue el Mejoramiento Poblacional, Selección de Medios Hermanos (MH), modalidad familias mazorca por surco (CIMMYT, 1985).

En el ciclo agrícola 2008-2009 se evaluaron 162 familias (Cuadro 2), provenientes del incremento de las colectas realizadas en el ciclo anterior (2007-2008). Mediante el método de mazorca por surco modificado se seleccionaron 49 familias con un total de 174 mazorcas, con un promedio de rendimiento de 4.75 t/ha, mientras que el promedio de toda la población fue de 3.46 t/ha.

Los materiales seleccionados presentaron una ganancia de rendimiento de 1.28 t/ha con respecto a la media de la población. Las otras características presentan valores muy similares.

CUADRO 2. PROMEDIOS PARA SEIS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE 162 FAMILIAS DE MH EESC. CICLO 2008-2009.

No	Nº de parcela	Origen	Días floración femenina	Altura de planta (cm)	Enfermedad Foliar ^{1/}			Altura mazorca (cm)	Aspecto mazorca ^{5/}	Rendimiento (t/ha)
					R ^{2/}	C ^{3/}	H ^{4/}			
1	118	CH-9	107	229	1	1	3	131	2	6,8
2	126	CH-17	105	225	0	2	3	136	2	6,3
3	132	CH-23	107	234	4	2	2	124	2	6,3
4	75	OR-75	107	223	1	2	4	127	2	5,9
5	124	CH-15	105	224	1	2	3	122	3	5,9
.
.
.
157	57	OR-57	117	206	1	2	3	111	3	1,7
158	154	CH-45	119	173	0	3	3	109	3	1,7
159	136	CH-27	114	203	0	2	2	96	2	1,4
160	7	OR-7	118	202	1	2	3	132	4	1,2
161	19	OR-19	100	190	1	1	2	125	2	1,0
162	Eliminada									
Promedio de la Selección			109	219,94	1	2	3	125,38	2	4,75
Promedio de la Población			110	215,08	1	2	3	122,37	3	3,46
Diferencial de selección			-0,96	4,86	0,11	0,03	-0,03	3,01	-0,14	1,28

1/ Escala CIMMYT (1985), donde 1=ausencia de la enfermedad y 5=infección muy severa

2/ Roya

3/Cercospora

4/Helminthosporium

5/Escala CIMMYT (1985), donde 1= óptimo y 5= muy deficiente

En el ciclo agrícola 2009-2010, se continuó con el mejoramiento (Cuadro 3), para lo cual se dispusieron las familias seleccionadas en un lote de medios hermanos. En este ciclo se evaluaron 446 familias, obteniéndose a la cosecha una población compuesta de 254 familias con un total de 667 mazorcas, seleccionándose al final 160 familias. Se puede observar que las familias seleccionadas presentan en promedio un rendimiento de 3.05 t/ha, mientras que el promedio de la población fue de 2.71 t/ha. El diferencial de selección fue de 0.3 t/ha. Para las otras características no se observa diferencias entre el promedio aritmético de la selección y el de la población.

CUADRO 3. PROMEDIOS PARA SEIS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE 254 FAMILIAS DE MH. EESC. CICLO 2009-2010.

Nro.	N ^o de Parcela	Origen 2009	Días floración femenina	Altura de planta (cm)	Enfermedad foliar ^{1/}			Altura mazorca (cm)	Aspecto de mazorca ^{5/}	Rendimiento (t/ha)
					R ^{2/}	C ^{3/}	H ^{4/}			
1	235	OR-87-3	100	215	1	1	3	150	3	4,5
2	330	OR-128-6	116	235	1	2	4	152	4	4,3
3	344	OR 132-1	102	230	1	2	3	180	3	4,3
4	14	OR-4-5	107	246	1	3	3	154	3	4,1
5	332	CH 128-1	105	218	1	1	4	156	3	4,1
.
.
.
250	90	OR-30-2	102	248	1	2	2	147	3	1,5
251	121	CH 41-1	114	232	1	2	3	133	2	1,5
252	135	OR-46-3	105	273	1	3	4	170	3	1,3
253	440	OR-161-5	112	216	1	2	4	137	3	1,3
254	152	OR-52-2	107	198	2	2	3	119	3	1,2
Promedio de la Selección			105,43	232,90	1,41	1,81	3,40	150,98	2,66	3,05
Promedio de la Población			105,58	231,40	1,37	1,84	3,36	149,36	2,68	2,71
Diferencial de Selección			-0,1	1,5	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,3

1/ Escala CIMMYT (1985), donde (1=ausencia de la enfermedad y 5=infección muy severa

2/Roya

3/Cercospora

4/ Helminthosporium

5/ Escala CIMMYT (1985), donde 1= óptimo y 5=muy deficiente

En el ciclo 2010-2011 se realizó un ciclo de recombinación masal con las 20 mejores familias seleccionadas en los ciclos anteriores.

En los ciclos siguientes (2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014) se continuó con el mejoramiento de Medios Hermanos; para finalmente hacer una recombinación masal e incremento de semilla en el ciclo 2014-2015.

En el ciclo 2011-2012 después de la recombinación masal, se realizó nuevamente un ciclo de mejoramiento en un lote de medios hermanos utilizando 644 familias seleccionadas en el ciclo anterior. A la cosecha se obtuvo una población compuesta de 425 familias. En este ciclo se seleccionaron 154 familias con 547 mazorcas (Cuadro 4). Se puede notar que las familias seleccionadas presentan un promedio superior en rendimiento de 4.5 t/ha, frente al promedio de la población que fue de 3.7 t/ha, con un diferencial de selección de 0.8 t/ha. Este diferencial de selección se debe a que se puso mayor énfasis en la selección de aspecto de mazorca y tipo de grano. El tipo de grano prevalente en la variedad es redondo, con mazorcas cónico-cilíndricas. En cuanto a las otras características agronómicas no hay mayor variación en el diferencial de selección.

CUADRO 4. PROMEDIO PARA CINCO CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE 425 FAMILIAS DE M H. EESC. 2011-2012.

Nro.	Nº de parcela	Origen-11	Días floración femenina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Aspecto de mazorca ^{1/}	Rendimiento (t/ha)
1	471	OR-471	121	260	160	2	6,3
2	19	OR-19	114	220	135	2	6,0
3	167	OR-167	119	215	145	2	5,7
4	436	OR-436	119	230	130	2	5,7
5	450	OR-450	112	225	135	2	5,7
.
.
.
421	295	OR-295	119	230	135	2	1,7
422	527	OR-527	128	200	156	3	1,7
423	92	OR-92	109	205	105	3	1,5
424	227	OR-227	135	190	110	2	1,5
425	339	OR-339	109	200	110	3	1,5
Promedio de la Selección			117,9	226,4	142,1	2,1	4,5
Promedio de la Población			118,7	223,8	139,5	2,2	3,7
Diferencial de Selección			-0,8	2,5	2,6	-0,1	0,8

1/ Escala CIMMYT (1985), donde 1= óptimo y 5=muy deficiente

En el ciclo 2012-2013 se evaluó en lote de medios hermanos 78 familias (Cuadro 5), se seleccionaron 25 familias con 77 mazorcas. Se puede observar que el promedio de la selección fue de 3.0 t/ha frente al promedio de la población que fue de 2.4 t/ha. El diferencial de selección fue de 0.7 t/ha. Igual que en el ciclo anterior se puso énfasis en la selección por aspecto de mazorca y tipo de grano.

CUADRO 5. PROMEDIO PARA OCHO CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE 78 FAMILIAS DE M H. EESC.CICLO 2012-2013.

Nro.	Nº de parcela	Código	Días floración femenina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Enfermedad foliar ^{1/}			Acame de tallo	Acame de raíz	Aspecto de mazorca ^{5/}	Rendimiento (t/ha)
						R ^{2/}	C ^{3/}	H ^{4/}				
1	2	OR-3-1	113	235	130	1	1	2	0	2	2	6,1
2	3	OR-15-1	113	210	100	1	1	1	1	1	2	5,4
3	1	OR-1-2	111	210	150	1	1	2	3	1	2	4,6
4	4	OR-17-1	118	210	120	1	1	2	0	0	2	4,4
5	20	OR-100-1	104	205	110	1	1	2	6	2	2	4,2
.
.
.
74	77	OR-587-1	122	180	110	1	2	2	0	0	2	0,5
75	54	OR-328-1	118	170	85	1	2	2	1	1	2	0,5
76	52	OR-319-1	118	170	65	1	1	2	0	0	3	0,5
77	63	OR-370-1	115	165	115	1	2	1	0	0	2	0,2
78	51	OR-297-1	120	170	75	1	1	2	0	0	0	0,0
Promedio de la Selección			111,7	196,6	112,6	1,3	1,4	1,9	2,0	0,5	2,0	3,0
Promedio de la Población			113,4	189,3	106,7	1,3	1,5	1,9	1,8	0,4	2,1	2,4
Diferencial de Selección			-1,6	7,3	6,0	0,0	-0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,7

1/ Escala CIMMYT (1985), donde 1=ausencia de la enfermedad y 5=infección muy severa

2/Roya

3/Cercospora

4/ Helminthosporium

5/ Escala CIMMYT (1985), donde 1= óptimo y 5=muy deficiente

En el ciclo agrícola 2013-2014 se avanzó un ciclo más de selección (Cuadro 6) y se evaluaron 104 familias en un lote de selección de medios hermanos. Se seleccionaron un total de 21 familias con 23 mazorcas. El promedio de la selección fue de 3.9 t/ha, frente al promedio de la población que fue de 3.1 t/ha y el diferencial de selección fue de 0.8 t/ha.

CUADRO 6. PROMEDIO PARA SEIS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE 104 FAMILIAS DE M H. CICLO 2013-2014.

Nro.	Nº de parcela	Código	Días floración femenina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Enfermedad foliar ^{1/}			Aspecto de mazorca ^{5/}	Rendimiento (t/ha)
						R ^{2/}	C ^{3/}	H ^{4/}		
1	77	OR-233-1-1	117	220	175	2	2	3	2	6,6
2	48	OR-133-1-1	126	245	175	1	2	3	2	5,7
3	3	OR-3-1-1	117	240	120	2	2	3	2	5,4
4	54	OR-140-1-1	110	235	125	2	2	3	2	5,4
5	4	OR-3-1-2	126	270	145	2	2	3	2	5,2
.
.
.
100	27	OR-76-2-1	112	220	110	2	2	3	2	1,1
101	87	OR-340-1-2	128	260	155	2	2	3	2	1,1
102	7	OR-17-1-1	131	235	155	2	2	3	2	1,0
103	34	OR-106-1-1	112	200	100	2	2	3	2	0,8
104	92	OR-373-1-1	114	260	160	2	2	3	2	0,8
Promedio de la Selección			119,1	225,1	138,9	1,9	2,1	3,0	2,0	3,9
Promedio de la Población			119,7	224,7	138,1	1,8	2,1	3,0	2,0	3,1
Diferencial de la Selección			-0,54	0,40	0,78	0,04	0,02	0,00	0,00	0,80

1/ Escala CIMMYT (1985), donde 1=ausencia de la enfermedad y 5=infección muy severa

2/ Roya

3/Cercospora

4/ Helminthosporium

5/ Escala CIMMYT (1985), donde 1= óptimo y 5=muy deficiente

Con las familias seleccionadas se realizó una última recombinación masal en el ciclo 2014-2015 para poder disponer de semilla suficiente para su incremento y posterior distribución al Programa de Producción de Semillas.

6.1. Genética del color

La mayoría de plantas son capaces de acumular antocianinas en diferentes tejidos. De hecho casi todas las variedades locales de maíz, líneas endogámicas e híbridos tienen algunos tejidos pigmentados (Ej. tallos, mazorcas, anteras) y generalmente el estrés biótico o abiótico incrementa el nivel de pigmentación. Por lo tanto, la diferencia entre las variedades de maíz “con pigmentación” o “sin pigmentación” radica en la presencia de “alelos fuertes” en los genes dominantes, que regulan la biosíntesis de antocianinas y determinan la pigmentación de tejidos específicos. Sin embargo estos “alelos fuertes” se perdieron cuando los primeros colonos europeos y la población europea comenzaron a sembrar este cultivo (Petroni, et al., 2014).

Hoy en día el maíz cultivado en todo el mundo tiene grano amarillo, a pesar de que la planta de maíz conserva débilmente la capacidad para pigmentar diferentes tejidos, especialmente en respuesta a estrés biótico y abiótico. Se conoce que estos pigmentos son principalmente antocianinas (siendo la más abundante 3-glucósido de cianidina), las cuales son moléculas solubles en agua, pertenecientes a la clase de los flavonoides y son metabolitos secundarios sintetizados por una ruta metabólica muy compleja en la que intervienen alrededor de 20 genes. En las plantas, los flavonoides juegan un papel muy importante en la atracción de polinizadores, fecundación masculina, protección UV, y en la protección del estrés oxidativo (Petroni, et al., 2014).

La ruta de síntesis de los flavonoides es regulada por dos tipos de familias de genes de factores de transcripción *bHLH* y *MYB*. Los miembros de la familia de genes *bHLH* son *r1* (color rojo) y *b1* (amplificador1), mientras que *c1* (color aleurona1), *pl1* (planta púrpura 1) y *p1* (color pericarpio1) pertenecen a la familia de genes *MYB* (Petroni, et al., 2014).

El color se expresa en tres partes distintas del grano: pericarpio, aleurona y endospermo. Si el pericarpio es coloreado no se expresa el color de la aleurona y el endospermo y no hay segregación del color dentro de una misma mazorca. Si el pericarpio es incoloro, se expresa el color de la aleurona. Si la aleurona es coloreada no se expresa el color del endospermo; el color puede segregarse dentro de la mazorca. Si pericarpio y aleurona son incoloros, se expresa el color del endospermo; el color puede segregarse dentro de una misma mazorca (IICA, 1991).

Color del pericarpio

El pericarpio puede ser incoloro, rojo, amarillo, café claro, marrón, rojo capa blanca, marrón rojizo, rojo oscuro y negro. Además puede ser también variegado de diferentes formas.

El gen responsable del color del pericarpio es el gen *P* localizado en el cromosoma 1. Este gen tiene una serie de alelos:

P – *ww* = pericarpio incoloro – tusa blanca

P – *rr* = pericarpio rojo - tusa roja

P – *rw* = pericarpio rojo – tusa blanca

P – *wr* = pericarpio incoloro - tusa roja

P – *cr* = pericarpio rojo capa blanca – tusa roja

P – *cw* = pericarpio rojo capa blanca – tusa blanca

P – vv = pericarpio variegado

P – mo = pericarpio mosaico

Para que el pericarpio sea negro, debe estar presente además de los alelos A y P – rr, el dominante Pl del cromosoma 6 y el recesivo r^{ch} del cromosoma 10. Es decir que el maíz negro es A, P – rr, Pl – r^{ch}. En algunos casos se nota que el grano es más claro y la tusa es roja, esto es debido a la presencia de pl en lugar de Pl (IICA, 1991).

Color de la aleurona

El color de la aleurona segrega dentro de la mazorca, es decir que se puede encontrar dentro de una mazorca granos purpuras, rojos y moteados. Como la aleurona es 3n, hay 3 alelos para cada gen en el tejido de la aleurona (IICA, 1991).

Se conocen más de 12 genes que afectan el color de la aleurona. Para que se desarrolle el pigmento deben estar presentes los genes dominantes: A, A -2, A -3, C, C -2, R y el gen recesivo ii (el dominante I inhibe el color). Basta que uno de los dominantes falte para que no se produzca el color (IICA, 1991).

El color específico en genotipos A, A -2, A -3, C, C -2, R, ii, está dado por los siguientes genes: Pr produce aleurona morada, domina a pr que produce aleurona roja; aleurona purpura Bz domina a aleurona de color pardo pálido verdoso bz. Otro gen localizado en otro cromosoma bz – 2, produce el mismo efecto (IICA, 1991).

Color del endospermo

El endospermo puede ser amarillo o blanco. El endospermo amarillo es producido por el gen dominante Y en el cromosoma 6.

La expresión del gen Y en genotipos con 1, 2, y 3 alelos de Y en endospermo harinoso es:

yyy = endospermo blanco

Yyy = endospermo blanco

YYy = endospermo blanco

Hay un gen dominante que causa la inhibición parcial del endospermo amarillo y produce amarillo pálido (IICA, 1991).

7. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD

7.1. Características Cualitativas y Cuantitativas

Esta variedad posee algunas características genéticas que la distinguen de otras variedades de polinización libre (VPL). En la descripción de la variedad se han considerado características tales como adaptación, madurez, altura de planta, altura de mazorca, pigmentación del tallo, color, tamaño y configuración de la espiga, orientación de la hoja, color de la nervadura central, color del estigma, forma de la mazorca, color, textura y forma del grano. Para la descripción de la variedad se tomaron al azar 10 plantas del lote de mantenimiento y multiplicación de semilla. En el Cuadro 7 y Cuadro 8 se presentan las características cualitativas y cuantitativas que describen a esta variedad de maíz negro.

En el Cuadro 7, se puede observar que la raíz es de tipo adventicia que nace del tallo, con un volumen radicular mediano, el tallo erguido y macizo de color morado o púrpura, glabro, hojas alternas, largas, estrechas, colgantes. La inflorescencia masculina es una panícula (panoja) de tipo abierta, formada por numerosas flores pequeñas (espículas) con glumas de color púrpura que le dan su singular apariencia. La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca de tipo cónico-cilíndrica, que crece envuelta en unas hojas modificadas, o brácteas de color morado o púrpura. El grano es un cariósipide, redondeado, morado situado en hileras rectas a lo largo de toda la mazorca. El color del pericarpio es morado y del endospermo blanco, de tipo harinoso.

El Cuadro 8 presenta las principales características cuantitativas de la variedad, pudiéndose observar que INIAP-199 "Racimo de Uva" es una variedad semitardía, su ciclo esta entre 240 a 260 días dependiendo de la altitud de siembra y su rendimiento varía de acuerdo al manejo agronómico y condiciones ambientales entre 2 y 4 t/ha.

La principal característica de la variedad es su color morado tendiendo a negro, de la mazorca principalmente y sobre todo el tipo de grano redondo que lo asemeja a la raza "Racimo de Uva" descrita por Timothy en el año de 1966 y que dio origen a la variedad mejorada INIAP-199.

Cuadro 7. Características Cualitativas de la variedad de maíz negro INIAP-199 “Racimo de Uva”.

ÓRGANO DE LA PLANTA	CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS¹	INIAP-199
Raíz	Volumen radicular (pequeño, mediano, grande)	Mediano
Tallo	Color	Morado
	Pubescencia (ausencia, presencia)	Ausencia
Hojas	Color	Verde
	Color de la vena central	Morado
	Color de la vaina	Morado
	Pubescencia de la vaina (ausencia, presencia)	Ausencia
	Orientación de hojas	Colgantes
	Lígula foliar (ausencia, presencia)	Presencia
Inflorescencia masculina (Panoja)	Color de las glumas	Roja
	Color de las anteras	Purpura
	Compacta o abierta	Abierta
Inflorescencia femenina (Mazorca)	Color de los estigmas	Rojo
	Pubescencia de la bráctea (ausencia, presencia)	Ausencia
	Color de las brácteas secas	Moradas
	Textura de las brácteas secas (lisa o rugosa)	Rugosa
	Forma de la mazorca	Cilíndrica-cónica
	Arreglo de las hileras	Espiral
	Cobertura (pobre, intermedia, buena)	Buena
	Color del raquis, olote o tusa	Morado
Grano	Color del pericarpio	Morado
	Color de la aleurona	Blanco
	Color del endospermo	Blanco
	Forma de la superficie del grano	Redondo
	Tipo de grano	Harinoso

1/ Descriptores tomados del IBPGR (1991) y CIMMYT (1985)

Cuadro 8. Características Cuantitativas de la variedad de maíz negro INIAP-199 "Racimo de Uva".

ÓRGANO DE LA PLANTA	CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS ¹	PROMEDIO DE 10 PLANTAS	DEV. ESTANDAR
Raíz	Longitud (centímetros)	30,50	± 5,78
Tallo	Altura (metros)	2,30	± 0,10
	Número de nodos	10,60	± 1,28
	Número de vástagos	0,00	± 0,00
Hojas	Número total de hojas	10,60	± 1,11
	Longitud de la hoja (centímetros)	87,20	± 8,12
	Ancho de la hoja (centímetros)	10,30	± 1,27
	Número de hojas arriba de la mazorca	5,50	± 0,5
Inflorescencia masculina (Panoja)	Longitud del pedúnculo (centímetros)	17,60	± 7,43
	Longitud del eje central (centímetros)	15,30	± 3,66
	Número de ramas (espiguillas)	20,00	± 7,11
	Días al 50% de la floración masculina	110 ²	
	Número de espigas por planta	1,00	± 0,0
	Ángulo de inserción	90 ⁰	± 0,0
Inflorescencia femenina (Mazorca)	Altura a la mazorca (metros)	1,24	± 0,16
	Días al 50% de la floración femenina	114 ²	
	Longitud del pedúnculo (centímetros)	14,40	± 3,10
	Número de brácteas	9,90	± 2,02
	Número de hileras	12,30 ³	± 2,00
	Peso de la mazorca (gramos)	190 ³	± 0,02
	Largo de la mazorca (centímetros)	16,70 ³	± 0,82
	Diámetro de la mazorca (centímetros)	4,70 ³	± 0,48
	Largo de la tusa (centímetros)	16,50 ³	± 0,71
	Diámetro de la tusa (centímetros)	2,78 ³	± 0,23
Grano	Longitud (milímetros)	14,19 ⁴	± 0,58
	Ancho (milímetros)	10,46 ⁴	± 0,62
	Grosor (milímetros)	6,37 ⁴	± 1,02
	Peso de 1000 semillas (kilogramos)	0,46	± 0,04
Ciclo del cultivo: siembra - cosecha (días): 240 - 260			
Rendimiento (t/ha): 2,0 - 4,0			

1/ Descriptores tomados del IBPGR (1991) y CIMMYT (1985)

2/ Promedio de 5 ciclos

2/ Promedio de 5 ciclos

3/ Promedio de 10 mazorcas con 14 % de humedad

4/ Promedio de 100 granos

7.3. Características de calidad y nutrición

En el Cuadro 9 se describen las principales características de calidad de la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva”. Se observa que sobresale su alto contenido de carbohidratos (81,69 g/100 g ms). En cuanto al contenido de proteína (8,0 g/100 g ms) se encuentra dentro de los parámetros normales en relación con los maíces comunes (FAO, 1993). Adicionalmente se puede señalar el alto contenido de sólidos solubles (13^oBrix) al inicio de la formación del grano muy cerca a los contenidos de los maíces dulces (17^oBrix), sin embargo a medida de que aumenta la maduración del grano el contenido de sólidos solubles disminuye hasta llegar a 8^oBrix. Esta condición inicial de alto contenido de sólidos solubles, puede ser utilizada por la industria de enlatados para realizar conservas de maíz negro. Por otro lado el contenido de sólidos solubles del tallo (15^oBrix), lo hace singular para la obtención de miel de maíz.

Cuadro 9. Composición proximal de la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva”.

Variable	INIAP-199 “Racimo de Uva” (g/100 g muestra seca)
Humedad	9,58
Materia Seca	90,42
Ceniza	1,44
Grasa	5,59
Proteína	8,0
Fibra	3,68
Carbohidratos	81,69
Sólidos solubles (^o Brix) tallo	15
Sólidos solubles (^o Brix) grano ¹	13

1/ Al inicio de la formación del grano

Fuente: Dpto. de Nutrición y Calidad.2015

Tradicionalmente el maíz negro ha sido utilizado exclusivamente para la elaboración de harina de maíz ingrediente esencial para la elaboración de la tradicional “colada morada”. En el Cuadro 10 se presenta el rendimiento harinero del maíz “Racimo de Uva” y de otras variedades tanto blancas (INIAP-111 “Guagal mejorado”, maíz ecotipo “Mama Sara”, maíz “peruano”); como amarillas (INIAP-124 “Mishca mejorado”, INIAP-122 “Chaucho mejorado”), con porcentajes de rendimiento harinero que van desde 45% hasta 73%. En el caso del maíz INIAP-199 “Racimo de Uva” el porcentaje es del 65,0%, que de acuerdo a los estándares de calidad lo señalan como

de rendimiento harinero regular. Para ser considerado un buen rendimiento harinero el porcentaje debe estar entre 70% y 75% (Coca, et.at., 1988).

Cuadro 10. Análisis de rendimiento harinero de la variedad INIAP-199 "Racimo de Uva" y otras variedades de maíz.

Muestra	Peso Hectolitrito (kg7HL)	Peso de 1000 granos (g)	Cascara (%)	Rendimiento Harinero (%) ¹	Porosidad (%)
INIAP-199 "Racimo de UVA" (negro)	68,0	460,0	35,5	65,0	50,0
INIAP-111 "Guagal" (blanco)	54,67	638,3	33,0	58,0	50,0
Maíz ecotipo Mama Sara (blanco)	59,6	439,14	27,0	73,0	47,36
Maíz Peruano (blanco)	50,67	1188,13	27,4	72,0	50,0
INIAP-124 "Mishca" (amarillo)	63,0	613,0	50,0	45,0	50,0
INIAP-122 "Chaucho" (amarillo)	60,0	602,0	51,0	45,0	50,0

1/ Harina con 10% de humedad y 6% de grasa y bajo contenido de fibra

Fuente: Dpto. de Nutrición y Calidad. 2015

En el Cuadro 11 se muestran los resultados del contenido de compuestos antioxidantes en el grano y las tusas de maíz (antocianinas totales, monoméricas, color polimérico, carotenoides totales, fenoles totales, flavonoides, vitamina C, taninos y zinc) en estado crudo, observándose que en el grano y las corontas de la raza "Racimo de Uva" se encontró el mayor contenido de antocianinas totales (1052,60 y 426,72 mg/100 g), con respecto al grano y corontas de la variedad "Sangre de Cristo" y otras especies vegetales como las panojas de sangorache (152 mg/100 g), frejol genotipo G21212 (389,22 mg/100 g) y la papa, variedad Tushpa(188,60mg/100g).

Cuadro 11. CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN 16 ESPECIES VEGETALES EN ESTADO CRUDO (Base Seca).

No.	Cultivos	Fenoles totales (mg/100g)	Flavonoides (mg/100 mg)	Antocianinas totales (mg/100 g)	Taninos (mg/100 g)	Ácido ascórbico (mg/100 g)	Zinc (mg/100 g)	Carotenoides totales (ug/100 g)
1	Grano Sangorache Línea 17758	276,48+/-0,9	9,40+/-0,07	1,29 +/-0,05	2,55 +/-0,2	56,92+/-0,1	3,83+/-0,2	201,30+/-6,7 c
2	Hojas Sangorache Línea 17758	384,91+/- 1,8	101,10+/-0,3	75,34+/-3,9	125,32+/-0,4	555,17+/-0,1	4,59+/-0,2	80338,4+/-128,8
3	Panojas Sangorache Línea 17758	299,33+/-1,7	56,73+/-0,3	152,90+/-0,7	91,94+/-0,4	587,35+/-0,1	4,32+/-0,2	5462,53+/-62,4
4	Grano Maíz Racimo de Uva INIAP-199	276,24+/-1,8	200,91+/-1,4	426,72+/-12,9	69,90+/-0,2	117,58+/-0,1	3,72+/-0,2	281,42+/-6,6
5	Grano Maíz, Variedad Sangre de Cristo	245,83+/-0,9	10,13+/-0,07	32,38+/-0,1	7,64+/-0,2	104,01+/-0,1	2,72+/-0,2	85,45+/-6,6
6	Corontas Maíz , Raza Racimo de Uva INIAP-199	270,82+/-1,8	210,73+/-1,4	1052,60+/-11,6	100,54+/-0,4	503,87+/-0,1	2,98+/-0,2	55,03+/-6,6
7	Corontas Maíz, Variedad Sangre de Cristo	260,86+/-1,8	77,73+/-0,4	65,04+/-1,20	33,14+/-0,2	260,61+/-0,1	2,80+/-0,2	63,32+/-6,5
8	Frejol, Genotipo G21212	168,60+/-0,9	45,97+/-0,4	389,22+/-625,4	36,29+/-0,2	115,48+/-0,1	3,43+/-0,2	307,97+/-6,8
9	Frejol, Variedad INIAP 482	208,37+/-0,9	50,66+/-0,4	228,18+/-38,6	52,39+/-0,2	123,51+/-0,1	3,65+/-0,2	50,68+/-6,6
10	Frejol Cóndor	196,66+/-0,9	92,39+/-0,7	156,53+/-25,9	51,33+/-0,3	109,57+/-0,1	4,19+/-0,2	78,70+/-3,4
11	Frejol Genotipo L8863	161,50+/-0,9	73,53+/-0,7	71,88+/-13,0	47,32+/-0,2	110,83+/-0,1	3,35+/-0,2	66,10+/-6,8
12	Papa Nativa, Variedad Yana Shungo	523,85+/-1,8	38,82+/-0,4	168,13+/-2,2	23,37+/-0,2	224,07+/-0,1	2,37+/-0,2	125,37+/-6,7
13	Papa Nativa, Variedad Puca Shungo	388,44+/-0,9	13,31+/-0,07	44,96+/-0,1	16,48+/-0,2	198,31+/-0,1	1,65+/-0,2	51,10+/-3,4
14	Papa Nativa, Variedad Roja	321,42+/-0,9	10,43+/-0,07	9,81+/-0,09	7,37+/-0,3	114,36+/-0,1	2,43+/-0,2	168,56+/-3,4
15	Papa Nativa, Variedad Amarilla	276,89+/-0,9	10,83+/-0,07	4,32+/-0,2	11,87+/-0,2	95,92+/-0,1	1,94+/-0,2	165,88+/-3,4
16	Papa Nativa, Variedad Tushpa	245,25+/-0,9	43,19+/-0,4	188,60+/-0,5	23,53+/-0,2	233,50+/-0,1	2,78+/-0,2	87,17+/-3,4

Fuente: Villacrés et al. 2015 (sp)

9. Adaptación y rendimiento

Como testigo para las comparaciones de adaptación y rendimiento en los diferentes años y localidades, se utilizó la semilla de maíz negro del agricultor del sector de la localidad Loma Grande de la parroquia Cunchimbamba.

En el ciclo 2008-2010 (Cuadro 12), se implementó un ensayo de rendimiento en campo de agricultores, en dos localidades de la provincia de Chimborazo (Tunshi y Punguil de San Francisco), evaluando las variables altura de planta y de mazorca, acame de tallo, enfermedades prevalentes: Roya (*Puccinia sorghi*), Cercospora (*Cercospora zeaemaydis*), Helminthosporium (*Helminthosporium maydis*) y pudrición de mazorca (*Fusarium moniliforme*).

Se puede observar que para el caso de enfermedades prevalentes en las dos variedades, Roya no se presentó y la presencia de Cercospora y Helminthosporium fue mínima (1 y 2 de la escala respectivamente). En el caso de Pudrición de Mazorca la incidencia del hongo fue de apenas un 3%. Para altura de planta el promedio fue de 214 cm para INIAP-199 y de 208 cm para el testigo, mientras que para altura de inserción de mazorca, la altura fue de 122 cm para INIAP-199 y de 130 cm para el testigo. Para acame de tallo en Punguil de San Francisco se presentó un ligero acame (3 en la escala) debido a la presencia de fuertes vientos en esta localidad, mientras que en Tunshi no se presentó esta característica. El acame de raíz fue mínimo (1%) en las dos localidades evaluadas. El promedio de rendimiento para INIAP-199 por años en Punguil de San Francisco fue de 3,75 t/ha, mientras que para el testigo fue de 1.50 t/ha y en Tunshi fue de 4,90 t/ha para INIAP-199 y de 1,40 t/ha para el testigo.

En el ciclo 2009-2010 (Cuadro 13), se evaluó un ensayo de rendimiento en campo de agricultores, en tres localidades de la provincia de Cotopaxi (Colegio Simón Rodríguez, Alaquez y La Hoya).

Se puede observar que para el caso de enfermedades prevalentes en las dos variedades en las localidades evaluadas, Roya no se presentó (0 en la escala) y la presencia de Cercospora y Helminthosporium fue mínima (2 y 1 de la escala respectivamente). En el caso de Pudrición de Mazorca la incidencia del hongo fue de apenas un 2%. Para altura de planta el promedio fue de 198 cm para INIAP-199 y de 200 cm para el Testigo, mientras que para altura de inserción de mazorca, la altura fue de 113 cm para INIAP-199 y de 108 cm para el Testigo. Para acame de tallo las tres localidades presentaron un ligero acamado (promedio 2 en la escala). El acame de

raíz fue mínimo (promedio 2%) en las localidades evaluadas. El promedio de rendimiento para años en el Colegio Simón Rodríguez fue de 5,40 t/ha para la variedad INIAP-199 y de 2,50 t/ha para el testigo. En Alaquez el promedio fue de 2,15 t/ha para la variedad INIAP-199 y de 0,60 t/ha; este bajo rendimiento se explica porque esta localidad sufrió de un fuerte estrés hídrico. En La Hoya el promedio de rendimiento fue de 2,55 t/ha para la variedad INIAP-199 y de 1,55 t/ha para el testigo.

Cuadro 12. Características agronómicas de la variedad INIAP-199 y un testigo en dos localidades de la provincia de Chimborazo. Ciclo 2008-2009.

Provincia	Localidad	Altitud (msnm)	Superficie (m ²)	Código	Enfermedad foliar ¹			Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame de tallo ⁵	Acame de raíz ⁵	Putridión de mazorca (%) ⁶	Rendimiento (t/ha)		
					R ²	C ³	H ⁴						2008	2009	Promedio
CHIMBORAZO	Punguil San Francisco	3398	1 500	INIAP-199	0	1	2	202	113	3	1	3	3,2	4,3	3,75
				Testigo	0	2	2	220	125	4	0	3	1,3	1,7	1,50
	Tunshi	2829	2 500	INIAP-199	0	1	2	225	131	0	1	2	3,6	6,2	4,90
				Testigo	0	2	2	195	135	0	0	2	1,5	1,3	1,40

1/ Escala CIMMYT (1985), donde 1=ausencia de la enfermedad y 5=infección muy severa

2/Roya

3/Cercospora

4/ Helminthosporium

5/ Escala CIMMYT (1985), donde 1= poco acamado y 5=muy acamado

6/ Escala CIMMYT (1985), donde 1= 0% de granos infectados y 5 = 40% o más de granos infectados

Cuadro 13. Características agronómicas de la variedad INIAP-199 y un testigo en tres localidades de la provincia de Cotopaxi. Ciclo 2009-2010.

Provincia	Localidad	Altitud (msnm)	Superficie (m ²)	Código	Enfermedad foliar ¹			Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame de tallo ⁵	Acame de raíz ⁵	Pudrición de mazorca (%) ⁶	Rendimiento (t/ha)		
					R ²	C ³	H ⁴						2009	2010	Promedio
COTOPAXI	Latacunga (Colegio Simón Rodríguez)	2948	1 500	INIAP-199	0	2	1	235	140	3	3	2	7,2	3,6	5,40
				Testigo	0	1	2	255	155	2	2	3	2,6	2,4	2,50
	Alaquez	2954	1 500	INIAP-199	0	3	2	157	86	3	2	3	1,8	2,5	2,15
				Testigo	0	2	2	145	70	2	3	2	0,4	0,8	0,60
	La Hoya	2720	1 500	INIAP-199	0	2	1	202	113	3	2	2	2,8	2,3	2,55
				Testigo	0	1	1	200	105	2	1	2	1,5	1,6	1,55

1/ Escala CIMMYT (1985), donde 1=ausencia de la enfermedad y 5=infección muy severa

2/Roya

3/Cercospora

4/ Helminthosporium

5/ Escala CIMMYT (1985), donde 1= poco acamado y 5=muy acamado

6/ Escala CIMMYT (1985), donde 1= donde 1= 0% de granos infectados y 5 = 40% o más de granos infectados

Paralelamente a los ensayos de mejoramiento llevados a cabo en la EESC del INIAP, Sección Oriental (Cuadro 14), se establecieron en los diferentes ciclos agrícolas a partir del 2008 ensayos de evaluación de rendimiento, pudiéndose observar que en promedio para la variedad el rendimiento en los siete ciclos, fue de 4.11 t/ha, mientras que para el testigo fue de 1.22 t/ha. Esto señala el buen potencial de rendimiento de la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva”.

Cuadro 14. Promedio de rendimiento para siete ciclos agrícolas de la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva” y un testigo. EESC. 2015.

PROVINCIA	LOCALIDAD	SUPERFICIE (m ²)	CÓDIGO	ALTITUD (msnm)	RENDIMIENTO (t/ha)							
					2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	PROMEDIO
PICHINCHA	EESC-SECCIÓN ORIENTAL	2 500	INIAP-199	2400	3,8	4,7	4,6	3,8	2,6	4,4	4,9	4,11
		2 500	Testigo		1,4	1,6	1,3	1,5	0,7	0,81	1,2	1,22

En el Cuadro 15 se presenta el rendimiento de la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva” en los diferentes años y localidades evaluadas, pudiéndose observar un promedio general de rendimiento de 4,0 t/ha para la variedad INIAP-199 y de 1,4 t/ha para el testigo.

Cuadro 15. Rendimiento, Años y Localidades de la Variedad INIAP-199 “Racimo de Uva” y el Testigo.

AÑO	PROVINCIA	LOCALIDAD	VARIEDAD	
			INIAP-199	TESTIGO
			t/ha	
2008	Chimborazo	Tunshi	3,6	1,5
		San Francisco	3,2	1,3
2009	Cotopaxi	Tunshi	6,2	1,3
		San Francisco	4,3	1,7
		Latacunga	7,2	2,6
		Alaquez	2,8	0,4
		La Hoya	2,8	1,5
	Pichincha	EESC	4,7	1,6
2010	Cotopaxi	Latacunga	3,6	2,4
		Alaquez	2,3	0,8
		La Hoya	2,3	1,6
	Pichincha	EESC	4,6	1,0
2011	Pichincha	EESC	3,8	1,5
2012	Pichincha	EESC	2,6	0,7
2013	Pichincha	EESC	4,4	0,8
2014	Pichincha	EESC	4,9	1,2
Promedio			4,0	1,4

El análisis combinado de variancia y las pruebas para comparaciones múltiples entre medias de tratamientos han sido utilizadas para evaluar las variedades (INIAP-199 “Racimo de Uva” y Testigo) a través de localidades, años y su respectiva interacción. Se utilizó un análisis de variancia combinado para la variable rendimiento (t/ha), que se presenta en el Cuadro 16, pudiéndose observar que hay significación estadística para las variables años, variedades, localidades, años por variedades, años por localidades y variedades por localidades. No hay significación estadística para años por localidades. El análisis se realizó utilizando el programa computacional de versión libre INFOSTAT versión: 2015 p.

Cuadro 16. Análisis Combinado de Varianza para la variable rendimiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	84,61	27	3,13	4,81	0,0673
AÑOS	5,76	6	0,96	1,47	0,3660 ns
VARIEDADES	53,56	1	53,56	82,24	0,0008 **
LOCALIDAD	14,28	5	2,86	4,40	0,0087 **
AÑOS*VARIEDADES	4,11	6	0,68	1,04	0,0050 **
AÑOS*LOCALIDAD	2,31	4	0,58	0,89	0,5417 ns
VARIEDADES*LOCALIDAD	4,60	5	0,92	1,41	0,0037 **
AÑOS*VARIEDADES*LOCALIDAD	2,59	5	0,52	1,42	0,4379 ns
Error	2,32	4	0,65		
Total	87,20	31			

CV: 30,20%

**significación al 1%
ns no significativo

Para realizar la prueba de separación de medias de las fuentes de variación con significación estadística se utilizó la prueba DMS (Diferencia mínima significativa) al 5%.

Para la fuente de variación variedades la prueba DMS (Cuadro 17) separa en dos rangos, observándose que INIAP-199 ocupa el primer rango por poseer el rendimiento más alto (3.96 t/ha) y el testigo el segundo rango con 1,37 t/ha.

Cuadro 17. DMS al 5% para Variedades.

VARIEDADES	t/ha	Rango
INIAP-199	3,96	a
TESTIGO	1,37	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.78931
Error: 0.6466 gl: 4

En el Cuadro 18 se presenta la prueba de separación de medias utilizando DMS al 5% para Localidades, el cual indica que la mejor localidad de adaptación de las variedades fue Latacunga (Colegio Simón Rodríguez). Esto se debe a que en esta localidad se contó con

suficiente humedad (riego) permanente para el desarrollo del cultivo. En las otras localidades el cultivo fue de temporal.

Cuadro 18. DMS al 5% para Localidades.

LOCALIDAD	t/ha	Rango
LATACUNGA	3,95	a
TUNSHI	3,15	a b
EESC	2,65	a b
P. SAN FRANCISCO	2,63	a b
LA HOYA	2,05	b
ALAUQUEZ	1,58	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
 Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.48834
 Error: 0.6466 gl: 4

En el Cuadro 19 se presenta DMS para la interacción Años por Variedades, donde se observa que la variedad INIAP-199 se comportó mejor en los años 2014 y 2009 con rendimientos de 4.90 t/ha y 4.67 t/ha respectivamente, en la Estación Experimental Santa Catalina (Sección Oriental), mientras que el Testigo en el año 2012 no presentó un buen rendimiento (0.70 t/ha).

Cuadro 19. DMS para la interacción Años por Variedades.

Año	VARIEDADES	t/ha	Rango
2014	INIAP-199	4,90	a
2009	INIAP-199	4,67	a
2013	INIAP-199	4,40	a b
2011	INIAP-199	3,80	a b c
2008	INIAP-199	3,40	a b c
2010	INIAP-199	3,20	a b c
2012	INIAP-199	2,60	a b c
2009	TESTIGO	1,52	b c
2011	TESTIGO	1,50	b c
2010	TESTIGO	1,45	c
2008	TESTIGO	1,40	c
2014	TESTIGO	1,20	c
2013	TESTIGO	0,80	c
2012	TESTIGO	0,70	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
 Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.64604
 Error: 0.6466 gl: 4

En el Cuadro 20 se presenta DMS para la interacción Variedades por Localidades, en el que se observa que la variedad INIAP-199 presentó los mejores rendimiento en las localidades de Tunshi y Latacunga con rendimientos de 5.40 y 4.90 t/ha debido a que en las dos localidades se contó con riego permanente; mientras que el Testigo en Alauquez mostró el menor

rendimiento (0.6 t/ha), debido a que en esta localidad se presentó condiciones de déficit hídrico en el ciclo del cultivo.

Cuadro 20. DMS para la interacción Variedades por Localidades.

VARIETADES	LOCALIDAD	t/ha	Rango
INIAP-199	LATACUNGA	5,40	a
INIAP-199	TUNSHI	4,90	a
INIAP-199	EESC	4,17	a b
INIAP-199	SAN FRANCISCO	3,75	a b c
INIAP-199	ALAUQUEZ	2,55	b c d
INIAP-199	LA HOYA	2,55	b c d
TESTIGO	LATACUNGA	2,50	b c d
TESTIGO	LA HOYA	1,55	c d
TESTIGO	SAN FRANCISCO	1,50	d
TESTIGO	TUNSHI	1,40	d
TESTIGO	EESC	1,13	d
TESTIGO	ALAUQUEZ	0,60	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.10483

Error: 0.6466 gl: 4

10. ZONIFICACIÓN

La variedad INIAP-199 “Racimo de Uva” se adapta a la franja maicera de la Sierra ecuatoriana en altitudes comprendidas entre los 2600 a 3000 msnm, principalmente en las provincias de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo (Anexo 2).

11. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD

Para el cálculo de la estabilidad de la variedad se utilizó los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966).

En la Figura 1 se observa la respuesta lineal de la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva” y el testigo, a cambios de índices ambientales (años). Se puede observar que la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva” es la más estable por tener el coeficiente de regresión más cercano a la unidad ($b_1=0.88$). Este resultado es de esperarse ya que para la formación de la variedad intervinieron varios ciclos de selección y recombinación. Además es la variedad que posee más alto rendimiento en relación al testigo. En cambio que el testigo local presenta un $b_1= 0.43$, lo que indica que es un material poco estable porque no ha sufrido procesos de mejoramiento genético.

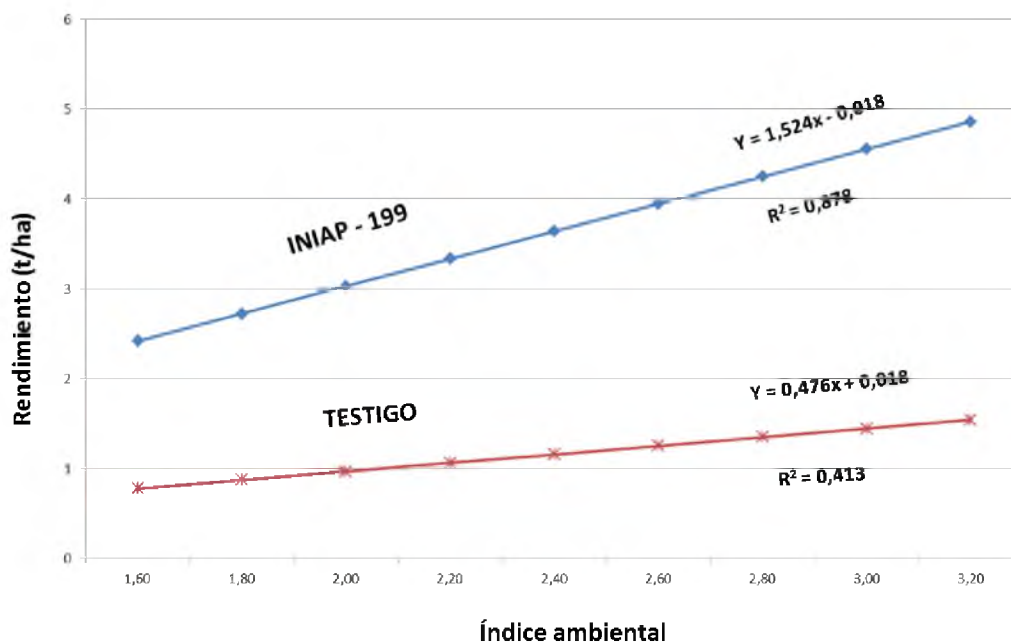


Figura 1. Respuesta lineal de 2 variedades de maíz a cambios de índices ambientales

Para el análisis de adaptabilidad se utilizó el modelo de Hildebrand (1984), basado en el uso de la distribución de intervalos de confianza de las dos tecnologías (variedades).

La distribución gráfica de los intervalos de confianza de los resultados combinados de los diferentes ambientes muestra que la variedad testigo, presentó una buena adaptabilidad (intervalos de confianza más cortos), pero en cambio posee un promedio de rendimiento menor; en cambio la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva” al presentar intervalos de confianza más amplios presenta una regular adaptabilidad pero los promedios de rendimiento son mayores (Figura 2).

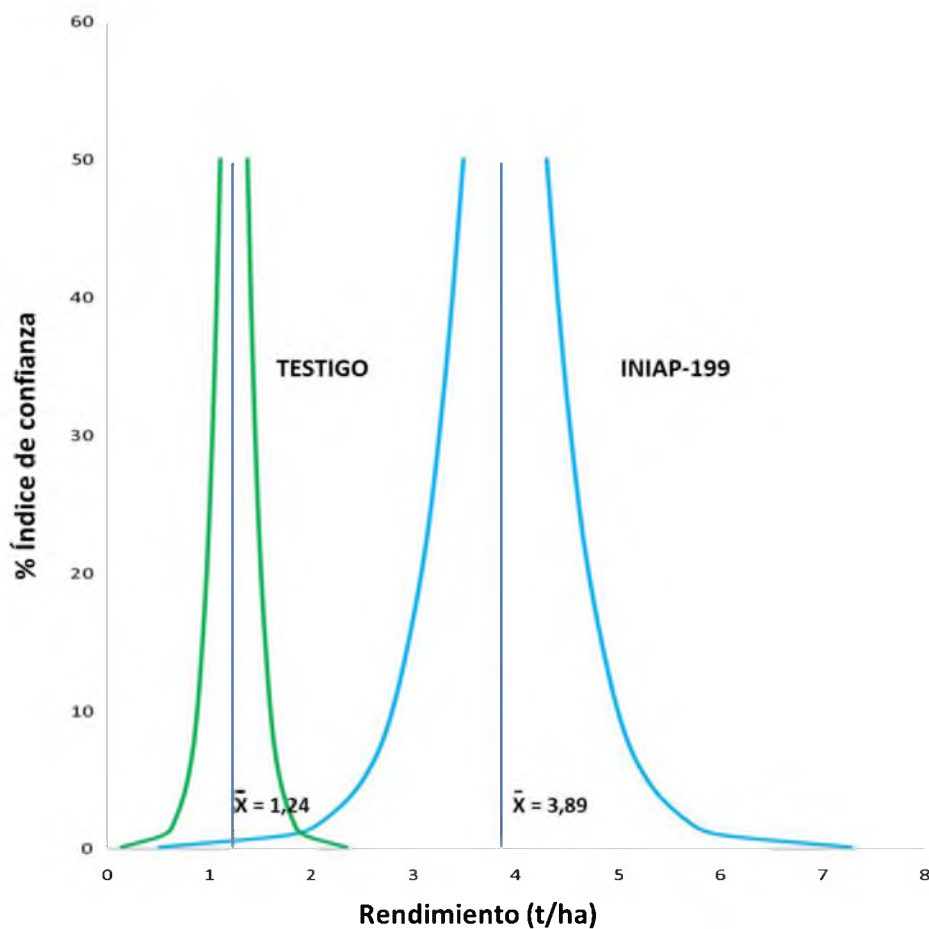


Figura 2. Distribución de intervalos de confianza para rendimiento de la variedad de maíz INIAP-199 versus Testigo local

12. MANEJO DEL CULTIVO

En la sierra del Ecuador el cultivo de maíz es uno de los más importantes por la superficie destinada para su cultivo; y al papel que cumple como componente básico de la dieta de la población ecuatoriana.

CICLO DEL CULTIVO

La variedad INIAP-199 "Racimo de Uva" tienen un ciclo de cultivo de 240 a 260 días desde la siembra hasta la cosecha.

REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO

El maíz de altura para la germinación y desarrollo requiere de una temperatura promedio de 12°C, además de luz solar durante todo el ciclo de cultivo. El maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo que sean profundos, ricos en materia orgánica y con buen drenaje para evitar encharcamientos.

REQUERIMIENTOS DE AGUA

Para el cálculo del consumo de agua de la variedad de maíz INIAP-199 “Racimo de Uva” se utilizó el programa CROPWAT 8.0 (FAO, 2009). Se tomó en consideración la serie histórica de variables ambientales de 10 años (2005-2015)¹, una fertilidad media, altura a 3000 msnm y un ciclo del cultivo de 260 días.

Bajo estas condiciones la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva” a lo largo de su ciclo requiere de 640 mm.

LABORES CULTURALES

PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se recomienda preparar el suelo con dos meses de anticipación ya que esto permitirá que el terreno quede suelto y sea capaz de captar agua sin que se produzcan encharcamientos. Además, esto permitirá la descomposición de residuos, el control de las malezas e insectos y la suavidad del terreno (sobre todo en la capa superficial donde se va a realizar la siembra). La labor se hace con tractor o con yunta, una labor de arado, una de rastra y la surcada, cuidando no desmenuzar demasiado el suelo.

SIEMBRA

Época y cantidad:

La fecha de la siembra varía desde septiembre hasta mediados de enero, dependiendo de la zona o localidad y de la disponibilidad de agua de riego o de la cantidad de lluvias. Se requiere de 35 kg/ha de semilla certificada.

¹ Estación Meteorológica Izbamba, 2015

Sistema:

Cultivo Solo: Dos semillas por sitio distanciados a 0,80 m entre surcos y a 0, 50 m entre sitios, o también una semilla cada 0,25m.

Asociado con fréjol trepador: Tres semillas de maíz y dos de fréjol distanciados a 0,80 m entre surcos y 0,80 m entre sitios.

FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA**Fertilización química**

Para una adecuada fertilización es necesario realizar el análisis químico del suelo antes de la preparación del terreno (dos meses antes de la siembra). Se recomienda aplicar en suelos de fertilidad intermedia, 80 kg/ha de nitrógeno (N) y 40 kg de fosforo (P_2O_5), lo que se cubre con los fertilizantes indicados en el cuadro a continuación:

Cuadro 15. Recomendación de fertilización en maíz para choclo y grano seco.

Fertilizante	Hectárea (10 000 m ²)	Cuadra (7 056m ²)	Solar (1 764m ²)	Cantero (441m ²)
Si se dispone de 11-52-00 se recomienda aplicar				
11-52-00	80 kg	57 kg	14 kg	4 kg
Urea	150 kg	106 kg	27 kg	7 kg
Si se dispone de 10-30-10 se recomienda aplicar				
10-30-10	135 kg	95 kg	24 kg	6 kg
Urea	145 kg	102 kg	26 kg	6 kg
Si se dispone de 18-46-0 se recomienda aplicar				
18-46-0	90	64 kg	16 kg	4 kg
Urea	140	99 kg	25 kg	6 kg

Fuente: Dpto. Manejo de Suelos y Aguas y Programa de Maíz del INIAP-EESC

El fertilizante compuesto se debe aplicar a la siembra a chorro continuo al fondo del surco. El nitrógeno (Urea) debe ser aplicado en complemento a los 45 días después de la siembra a los lados, a 10 cm de las plantas e incorporar con la labor de aporque.

Fertilización orgánica

Se recomienda realizar el abonamiento por una sola vez durante el ciclo del cultivo. Se puede utilizar: compost, lombrinaza (humus de lombriz), bocashi, pollinaza y estiércol de vaca bien descompuesta, siempre y cuando el abono orgánico sea de buena calidad y contenga al menos el 1% o más de nitrógeno, en este caso se recomienda aplicar entre 100 qq/ha (suelos con alto contenido de nutrientes) y 200 qq/ha (suelos con bajos contenidos de nutrientes).

Cuadro 16. Recomendaciones de Materia Orgánica.

Abono orgánico (sacos) ¹	Hectárea (10 000 m ²)	Cuadra (7 056 m ²)	Solar (1 764 m ²)	Cantero (441 m ²)
Compost, humus, gallinaza, etc.	100-200 sacos	71-142 sacos	18-36 sacos	5-10 sacos

¹/ saco= 50kg

Fuente: Dpto. de Manejo de Suelos y Aguas y Programa de Maíz del INIAP-EESC

RASCADILLO

Se debe realizar una limpieza manual de las malezas sobre todo en la época crítica de competencia (15- 45 días después de la siembra). Se puede utilizar herbicidas selectivos (Cuadro 17).

APORQUE

Se realiza a los 45 días después de la siembra. Durante el aporque se debe colocar en forma lateral la fertilización nitrogenada (urea) complementaria.

CONTROL DE MALEZAS

Un control eficaz de malezas se consigue integrando los siguientes métodos: culturales, mecánicos y químicos.

Control cultural

Se realiza mediante un adecuado manejo del terreno; esto es, practicando rotación de cultivos, arando y rastrando el terreno en descanso antes de que las malezas inicien la floración y usando semilla certificada libre de semillas de malas hierbas. Las labores de arada y rastrada en los terrenos en descanso impide la proliferación de semillas de malezas, las destruye y mejora las condiciones del suelo al incorporar materia orgánica.

Control mecánico

El control mecánico o deshierba en la mayoría de los sectores de la sierra, se realiza de dos a tres veces durante el ciclo del cultivo. La primera deshierba debe realizarse entre 15 y 20 días después de la siembra, antes de que las malezas inicien la competencia con el cultivo. La segunda deshierba coincide con el aporque cuando el cultivo tiene de 20 a 30 cm de altura o sea entre 30 y 45 días después de la siembra, luego de la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno. Si es necesario, debe hacerse una tercera deshierba entre 60 y 70 días después de la siembra.

Control químico

Consiste en utilizar herbicidas (matamalezas) como complemento a los métodos culturales y mecánicos de control. En este caso, la aplicación del herbicida, reemplaza a la primera deshierba, que es la más importante, con la ventaja de que es muy oportuna, pues, controla a las malezas desde que nace lo que permite obtener mayores rendimientos en la cosecha.

La recomendación del uso de herbicidas se detalla en el Cuadro 17:

Cuadro 17. RECOMENDACIONES DE HERBICIDAS.

Herbicidas (Ingrediente activo)	Dosis producto comercial de herbicidas		Épocas de aplicación	Tipo de malezas que controla
	Por hectárea	Por bomba de 20 litros ¹		
Atrazina	2 kilos	100 g	Preemergencia o pos emergencia	De hoja ancha y de hoja angosta
Linuron + alaclor	1.5 kilos + 2 litros	75 g + 100 cc.	Preemergencia absoluta	De hoja ancha y de hoja angosta
2,4-D amina 720g/l	2 litros	100 cc	Postemergencia (aplicaciones a partir de 45 cm de altura del cultivo)	De hoja ancha
2,4-D ester 400 g/l	2 litros	100 cc	Postemergencia (aplicaciones a partir de 45 cm de altura del cultivo en zonas sobre los 2800 msnm)	De hoja ancha

1/ Cantidad de producto en caso que se empleen 400 litros de agua por hectárea (1 bomba de 20 litros para 600 m²).

PLAGAS

INSECTOS

En los últimos años el ataque de insectos se ha incrementado, debido a que las siembras se realizan en cualquier época del año, lo que permite el crecimiento de la población de las mismas, y pueden ocasionar pérdidas de hasta un 40% del grano.

En los estadios iniciales del cultivo la presencia del gusano cortador (*Agrotis ipsilon*) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) pueden constituirse en plagas de importancia económica, cuando no se haya realizado una adecuada preparación del terreno antes de la siembra.

Por otro lado la mazorca de maíz es atacada principalmente por los gusanos de la mariposa (*Heliothis zea*) y de la mosca (*Euxesta eluta*). Estos insectos ocasionan una disminución considerable tanto en el rendimiento como en la calidad del producto (choclo o grano seco).

Para el control de estos insectos y con la finalidad de preservar los recursos naturales y el medio ambiente, así como la salud y economía de los productores, se recomienda un control preventivo eficaz, sencillo y barato, es el uso de aceite comestible. Se puede utilizar aceite comestible de origen vegetal ya que éste permite taponar los espacios entre los pelos del choclo y las brácteas (cutul), impidiendo la penetración de las larvas a la mazorca. Se

recomienda utilizar pequeñas cantidades de aceite, con un gotero, esponja, algodón o lana. Se aplicarán 3 gotas en la punta de la mazorca, en el lugar de salida de los pelos del choclo, cuando estos tengan unos 3 cm de largo. Para un buen control se recomiendan 3 aplicaciones, la primera cuando una tercera parte de las plantas muestren sus mazorcas con pelos del choclo recién salidos, la segunda luego de ocho días y la tercera a los quince días de la primera aplicación. Cada aplicación se realiza en promedio con 4 jornales y la cantidad de aceite a usar es de 4 litros por hectárea.

CONTROL QUÍMICO

Otra alternativa es el tratamiento químico para el control de las plagas de maíz debe realizarse antes de que las larvas penetren en el tallo y a la mazorca, ya que cuando están dentro del mismo resultará inútil cualquier medida de control. Para tal efecto es recomendable la aplicación de productos químicos (preferentemente de sello verde o amarillo) cuyos ingredientes activos utilizados más frecuentemente son a base de: cipermetrina, alfa-cipermetrina y clorpirifos. Las dosis variarán de acuerdo al estado del cultivo y a la cantidad de agua a utilizar. Para la aplicación de cualquier producto químico es necesario el manejo adecuado del producto, así como también el uso de un equipo de aplicación (guantes, mascarilla, terno protector).

ENFERMEDADES

La pudrición de la mazorca (*Fusarium moniliforme*) es una de las enfermedades más graves para el maíz ya que causa pérdidas de rendimiento de hasta un 40%, disminuyendo el valor comercial del grano y produciendo sustancias tóxicas (micotoxinas) muy perjudiciales para la salud humana y de los animales. Cuando se realiza un control oportuno del gusano de la mazorca indirectamente ya se está controlando a esta enfermedad.

Otras enfermedades del maíz que se pueden presentar son: pudrición del tallo (*Dickeya zeae* Samson et al. Syn *Erwinia chrysanthemi* pv *zeae*), carbón del maíz (*Ustilago maidis*), roya (*Puccinia sorghi*), mancha norteña (*Exserohilum turcicum*), mancha foliar (*Cercospora zeae-maydis*), mancha de asfalto (complejo de parásitos: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*) y achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkeli*).

Estas enfermedades todavía no constituyen un serio problema en la sierra ecuatoriana pero se recomienda tomar en consideración algunos aspectos como: usar semilla de calidad libre de enfermedades, desinfectar, eliminar del campo las plantas enfermas y destruirlas, cosechar a tiempo, secar bien las mazorcas para poder almacenarlas.

COSECHA

La época de cosecha varia de acuerdo con la variedad, temperatura y altitud. Se puede realizar la cosecha en choclo y en seco.

En choclo

Se puede cosechar en choclo cuando se lo va a utilizar para conserva (enlatado)¹. Para conocer el momento de la cosecha del choclo, se puede abrir un poco las hojas que cubren la mazorca y se comprueba el grado de desarrollo de los granos el mismo que se presenta de color morado y de aspecto lechoso. También se puede guiar por el color del "pelo" del choclo y se afirma que cuando los estigmas pasan del purpura claro a purpura oscuro, el maíz estaría listo para cosecharlo.

En seco

Se realiza la cosecha cuando el grano este en madurez fisiológica es decir cuando en la base del grano se observa una capa negra (25-30% de humedad), o dejando secar la mazorca en la planta hasta que esté lo suficientemente seca (15-20% de humedad). Actualmente existen aparatos de bajo costo que permiten determinar la humedad directamente en el campo. Si se cosecha con un alto contenido de humedad es necesario poner a secar las mazorcas debido a que los granos con mucha humedad son susceptibles a pudriciones, evitando se produzca un recalentamiento por alta temperatura.

SELECCIÓN Y DESGRANE

Las mazorcas dañadas por plagas y enfermedades así como las pequeñas y las de mala calidad deben ser eliminadas para dejar solamente las que presentan grano grueso y uniforme. Se seleccionaran las mazorcas que sirvan para semilla y para grano comercial.

¹ Información Personal Ing. Elena Villacrés Dpto. de Nutrición y Calidad de la EESC del INIAP

En las mazorcas destinadas para semilla se recomienda desgranar únicamente la parte central de la mazorca, descartando los granos de los extremos. Durante el desgrane es necesario descartar todos los granos dañados y podridos.

ALMACENAMIENTO

La mazorca o el grano para consumo o semilla se deben almacenar en lugares frescos y secos, libres de gorgojo y con humedad en el grano de hasta un 13%. Evitar la presencia de insectos y ratones es una práctica muy importante.

Uno de los principales problemas en el almacenamiento es la presencia del gorgojo (*Pagiocerus fiori*), denominado también “redondilla”, se encuentra distribuido en todas las aéreas maiceras del callejón interandino ocasionado hasta el daño total del grano. Este gorgojo puede encontrarse en el grano almacenado del ciclo anterior o en las mazorcas secadas durante mucho tiempo en el campo y que han sido atacadas por los pájaros o con mala cobertura. Estas mazorcas al ingresar al sitio almacenado, junto a las mazorcas sanas, permiten la fácil diseminación de la plaga.

Con la finalidad de controlar de una forma casera y ambientalmente segura a este insecto, se recomienda tomar las siguientes medidas:

1. Eliminar los granos de maíz del ciclo anterior atacados por gorgojo.
2. No almacenar los granos que demuestren presencia del insecto.
3. Almacenar el maíz cuando esté totalmente seco.
4. Realizar la aplicación de cal o ceniza cernida y seca

Para la aplicación es necesario que el recipiente donde se va almacenar (un costal o un tarro de plástico) se coloque el grano en forma de capas sucesivas. Se debe poner una capa de 10 libras de maíz por una libra de cal o ceniza.

Si el grano de maíz va a ser usado como semilla, para el control de ésta plaga se recomienda utilizar un fumigante a base de fosforo de aluminio, una pastilla de 3 g por cada 10 qq de mazorca o grano seco, para lo cual los quintales de maíz deben ser cubiertos por un plástico de tal forma que los sacos queden completamente sellados, por un tiempo de exposición de al menos cinco días. Este producto tiene que ser usado con mucho cuidado porque es muy tóxico para todo ser vivo. Se recomienda el uso de un equipo adecuado de protección para el uso de este producto.

8. Usos

Dentro de los usos que se le puede dar a la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva”, está el que tradicionalmente se lo ha dado para la elaboración de harina, ingrediente principal de la bebida llamada “Colada Morada” que es una bebida tradicional con una fuerte connotación cultural de origen indígena y con elementos de sincretismo religioso. Esta bebida generalmente se consume en el mes de noviembre en la festividad de “Finados” o “Día de los Muertos”, aunque en algunas ciudades como Ambato, Guaranda, Riobamba y Quito, se puede encontrar esta bebida durante todo el año. La “Colada Morada” es una mazamorra cocida con agua, a la cual se puede agregar como endulzante panela o azúcar, además de aliños y frutas. Se la puede consumir como bebida caliente o fría.

Se lo puede también utilizar para la elaboración de una bebida refrescante y saludable que en el Perú se le conoce como “Chicha morada”

La extracción de los pigmentos conocidos como antocianinas es otro uso que se le puede dar a la variedad, especialmente a las tuzas, grano (pericarpio) y al tallo. Estas antocianinas aportan color a las bebidas, dulces y confites, productos de panadería, conservas de pescado, grasas y aceites, mermeladas y jaleas, frutas confitadas y en almíbar, jarabes de frutas, sopas y saborizantes, coloración de jugos de frutas (fresa), vinos y vinagres.

Generalmente no ha existido la costumbre de cosechar el maíz negro en forma de choclo, sin embargo pruebas de utilización del grano en estado de choclo para conservación, ha hecho que empresas como SNOB estén interesadas en este tipo de estado del maíz¹.

Otro proceso que se puede realizar con las tuzas, es la cocción en agua, y agregando aliños, panela, azúcar y/o frutas (piña o limón), se obtiene una bebida llamada “chicha morada”, que se puede consumir como sustituto de bebidas hidratantes o refrescantes. Esta es una bebida tradicional muy consumida especialmente en Perú, y en el Ecuador está iniciando con el consumo de este producto.

También existe otro subproducto que es la “calcha”. Son los tallos y hojas secas que pueden usarse como forraje para el ganado, aunque el mejor uso que se debe dar a este material es

¹ Información personal Ing. Jorge Goyes Técnico empresa SNOB

incorporarlo al suelo como fuente de materia orgánica para mejorar la estructura y contenidos nutricionales orgánicos del suelo.

Su uso puede también estar dirigido al campo medicinal ya que el maíz negro posee un alto contenido de antocianina (pigmento azul morado) que es un poderoso antioxidante natural, que previene la degeneración de algunas células del cuerpo. El maíz morado contiene fitonutrientes, que carecen de valor nutricional, pero que protegen al cuerpo del impacto del medio ambiente, fortalecen la inmunidad del cuerpo y protegen contra sustancias cancerígenas. Su consumo habitual protege de enfermedades degenerativas como de la arteriosclerosis, la diabetes y la artritis. Además de reducir la presión arterial y el colesterol en la sangre. (Huang, 2005).

15. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costos de producción de maíz negro de la variedad “Racimo de Uva” y de la harina de maíz negro

Se estimaron los costos referenciales de producción de 1 ha de maíz negro de la variedad “Racimo de Uva”, a las condiciones de la EESC, a una altura de 3.050 m, a septiembre del 2015.

El ciclo de cultivo (siembra a cosecha) es de 9 meses. El ciclo de producción (preparación del suelo hasta venta de producto) es de 11 meses. Estos ciclos serán menores realizando el cultivo en zonas bajas (2600 – 3000 m).


En la producción de maíz negro para grano seco, los Costos Variables o Directos son 1.278,30 USD/ha, (Cuadro 18). De los cuales el 48,1% mano de obra (41 jornales); 41,3% insumos y materiales (semilla, fertilizantes, insecticidas, envases), y 10,5% a servicios (maquinaria, análisis suelo, fletes). Los Costos Fijos o Indirectos son 308,79 USD/ha, que incluyen costos de administración, uso del suelo, interés de capital, uso de herramientas e imprevistos. El Costo Total es de 1.587,09 USD/ha.

Se espera una producción en grano seco de 60 qq/ha; de los cuales 40 qq son grano de primera, 18 qq grano de segunda y 2 qq sacos de granza.

El costo unitario de producción en finca es de 39,68 USD/qq de grano de primera. Destinando el grano para la venta, se podría vender en 60 USD/qq el grano de primera, en 30 USD/qq el grano de segunda, y a 5 USD/qq la granza.

Con estos valores de producción y precio, el Ingreso Bruto es de 2.950 USD/ha, el Ingreso Neto de 1.362,91 USD/ha, la Rentabilidad Simple de 85,87% y el Beneficio/Costo de 1,86. Estos Indicadores Financieros muestran que la producción de maíz negro es una actividad rentable.

Cuadro 18. Costos de producción de maíz negro, en grano seco. EESC, 2015.

 Departamento de Producción de Semillas COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS DE CICLO CORTO O ANUALES INIAP - Estación Experimental Santa Catalina							
Provincia, Cantón, Parroquia		Pichincha / Mejía / EESC		Nombre Lote: B2			
Superficie:	1	ha		Altitud:	3.050 m		
Cultivo:	Maíz Negro (grano seco)			Variedad/Híbrido:	INIAP-Racimo de Uva		
Ciclo del cultivo:	9	meses		Ciclo de producción:	11 meses		
COSTOS VARIABLES		Nombre del Insumo, Producto, Material, Equipo o Servicio	Unidad	Cantidad	Precio Unif. \$	Subtotal \$	
Fases y actividades							
Preparación del suelo y labores de presiembra						100,00	
Análisis de Suelo		laboratorio	muestra	1	25,00	25,00	
Arado		tractor	hora	2	15,00	30,00	
Rastrado (2 pases)		tractor	hora	2	15,00	30,00	
Surcado		tractor	hora	1	15,00	15,00	
Siembra y fertilización Inicial						365,00	
Semilla		INIAP - Racimo de Uva	kg	35	4,00	140,00	
Fertilizantes		Fertilizante Completo (10-30-10)	saco	3	50,00	150,00	
		mano de obra	jornal	5	15,00	75,00	
Labores culturales de manejo del cultivo						489,00	
Primera deshierba		Atrazina	kg	2	12,00	24,00	
		mano de obra	jornal	1	15,00	15,00	
Medio aporque		mano de obra	jornal	4	15,00	60,00	
Fertilización complementaria		Urea	saco	3	45,00	135,00	
		mano de obra	jornal	1	15,00	15,00	
Aporque		mano de obra	jornal	6	15,00	90,00	
Controles fitosanitarios (3 aplic)		Clorpirifos + Cipermetrina	kg	2	30,00	60,00	
		mano de obra	jornal	6	15,00	90,00	
Cosecha, poscosecha y venta						324,30	
Cosecha		mano de obra	jornal	8	15,00	120,00	
Secado		mano de obra	jornal	2	15,00	30,00	
Selección desgranado y envasado		mano de obra	jornal	8	15,00	120,00	
		envases	sacos	58	0,25	14,50	
		hilo plástico	rollo	1	5,00	5,00	
Transporte al mercado		flete y estibaje	sacos	58	0,60	34,80	
Total Costos Variables (TCV)						1.278,30	
COSTOS FIJOS		Nombre	Valor	Precio Unif. \$/ciclo	Total \$/lote		
-	Administración (% TCV)		5%		63,92		
-	Uso del suelo (\$/ciclo)			100,00	100,00		
-	Interés de capital (% TCV)		8%		93,74		
-	Uso equipos y herramientas (\$/ciclo)		1%		12,78		
-	Imprevistos (% TCV)		3%		38,35		
Total Costos Fijos (TCF)						308,79	
COSTO TOTAL (CT=CV+CF)						1.587,09	
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN, COSTO UNITARIO Y PRECIOS DE VENTA				ANÁLISIS FINANCIERO			
Total Producción:	Cantidad producción		Costo Unitario \$/qq	Precios de Venta \$/qq	Ingreso Bruto (\$/lote):	2.950,00	
	qq/lote	%			Ingreso Neto (\$/lote):	1.362,91	
- Grano 1ra	40	100,00	39,68	60,00	Rentabilidad Simple:	85,87%	
- Grano 2da	18	30,00			5,00	Beneficio/Costo:	1,86
- Granza	2	3,33				0,00	Elaboración
- Otro subproducto (tusas):	5	saco/lote			Ings. Marcelo Racines, Carlos Yáñez		
Productividad Unitaria Semilla (kg):	77 x 1				Lugar	Fecha	
					EESC/Pichincha	08/09/2015	


Cuando la producción se destina para la elaboración de harina integral de maíz negro, los Costos Variables o Directos son 1.534,80 USD/ha, (Cuadro 19). De los cuales el 40,62% es mano de obra (41 jornales); 34,02% insumos y materiales (semilla, fertilizantes, insecticidas, envases), y 25,36% de servicios (maquinaria, análisis suelo, fletes, molienda). Los Costos Fijos o Indirectos son 350,68 USD/ha, que incluyen costos de administración, uso del suelo, interés de capital, uso de herramientas e imprevistos. El Costo Total es de 1.885,48 USD/ha.

Se espera que de una producción de 2.700 kg/ha de grano, se obtenga después de la molienda 2.350 kg de harina integral de maíz negro y se considera 350 kg de merma por molienda.

El costo unitario en finca de producción de la harina de maíz negro es 0,80 USD/kg. El precio de venta a bodega en el mercado es de 1,60 USD/kg de harina.

Con estos valores de producción y precio, el Ingreso Bruto es de 3.760 USD/ha, el Ingreso Neto de 1.874,52 USD/ha, la Rentabilidad Simple de 99,42% y el Beneficio/Costo de 1,99. Estos Indicadores Financieros muestran que la producción de harina de maíz negro es una actividad rentable.

Cuadro 19. Costos de producción de maíz negro, en harina. EESC, 2015.

 Departamento de Producción de Semillas COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS DE CICLO CORTO O ANUALES INIAP - Estación Experimental Santa Catalina							
Provincia, Cantón, Parroquia		Pichincha / Mejía / EESC			Nombre Lote: B2		
Superficie:		1	ha	Altitud: 3.050 m			
Cultivo:		Maíz Negro (harina integral)			Variedad/Híbrido: INIAP - Racimo de Uva		
Ciclo del cultivo:		9	meses	Ciclo de producción: 11 meses			
COSTOS VARIABLES		Nombre del Insumo, Producto, Material, Equipo o Servicio		Unidad	Cantidad	Precio Unit. \$	Subtotal \$
Fases y actividades							
Preparación del suelo y labores de presembrado							100,00
Análisis de Suelo		laboratorio		muestra	1	25,00	25,00
Arado		tractor		hora	2	15,00	30,00
Rastrado (2 pases)		tractor		hora	2	15,00	30,00
Surcado		tractor		hora	1	15,00	15,00
Siembra y fertilización Inicial							365,00
Semilla		INIAP - Racimo de Uva		kg	35	4,00	140,00
Fertilizantes		Fertilizante Completo (10-30-10)		saco	3	50,00	150,00
		mano de obra		jornal	5	15,00	75,00
Labores culturales de manejo del cultivo							489,00
Primera deshierba		Atrazina		kg	2	12,00	24,00
		mano de obra		jornal	1	15,00	15,00
Medio aporque		mano de obra		jornal	4	15,00	60,00
Fertilización complementaria		Urea		saco	3	45,00	135,00
		mano de obra		jornal	1	15,00	15,00
Aporque		mano de obra		jornal	6	15,00	90,00
Controles fitosanitarios (3 aplic)		Clorpirifos + Cipermetrina		kg	2	30,00	60,00
		mano de obra		jornal	6	15,00	90,00
Cosecha, poscosecha y venta							580,80
Cosecha		mano de obra		jornal	8	15,00	120,00
Secado		mano de obra		jornal	2	15,00	30,00
Selección y desgranado		mano de obra		jornal	8	15,00	120,00
		envases para grano		sacos	60	0,10	6,00
Transporte al molino		flete y estibaje		sacos	60	0,30	18,00
Molienda		molino		sacos	60	4,00	240,00
		envases para harina		sacos	52	0,40	20,80
Transporte al mercado		flete y estibaje		sacos	52	0,50	26,00
Total Costos Variables (TCV)							1.534,80
COSTOS FIJOS				Valor	Precio Unit. \$/ciclo	Total \$/lote	
Nombre							
- Administración (% TCV)				5%		76,74	
- Uso del suelo (\$/ciclo)					100,00	100,00	
- Interés de capital (% TCV)				8%		112,55	
- Uso equipos y herramientas (\$/ciclo)				1%		15,35	
- Imprevistos (% TCV)				3%		46,04	
Total Costos Fijos (TCF)							350,68
COSTO TOTAL (CT=CV+CF)							1.885,48
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN, COSTO UNITARIO Y PRECIOS DE VENTA					ANÁLISIS FINANCIERO		
Total Producción:	Cantidad producción		Costo Unitario \$/kg	Precios de Venta \$/kg	Ingreso Bruto (\$/lote):		
	kg/lote	%			3.760,00		
	2.700	100,00			Ingreso Neto (\$/lote):		
					1.874,52		
- Harina integral de maíz negro	2.350	87,04	0,80	1,60	Rentabilidad Simple:		
- Merma por molienda	350	12,96		0,00	99,42%		
-				0,00	Beneficio/Costo:		
- Otro subproducto (tusas):	5	saco/lote		0,00	1,99		
Productividad Unitaria Semilla (kg):					Elaboración		
					Ings. Marcelo Racines, Carlos Yáñez		
					Lugar	Fecha	
					EESC/Pichincha	08/09/2015	

En estos análisis de costos de producción no se consideraron los posibles ingresos adicionales que se podrían obtener de la venta de tusas (para extracción de pigmento o elaboración de "chicha"), ya que al momento en el Ecuador no existe un mercado para este subproducto. A futuro se espera que se puedan dar usos industriales a este subproducto.

En general, los precios de venta del grano y harina son relativamente mayores a los de otros maíces u harinas, ya que su oferta es baja, y al ser productos consumidos en épocas festivas, los precios son altos por la demanda tipo estacional.

Los costos de producción varían dependiendo de la localidad, la oferta, el acceso y disponibilidad de recursos; los precios de la mano de obra, insumos, productos, maquinaria equipos o servicios que se encuentren en el entorno donde se desarrollará la producción del cultivo.

16. BIBLIOGRAFÍA

Aoki, H., Kuze, N., y Kato, Y. 2002. Anthocyanins isolated from purple corn (*Zea mays* L.). *Foods and Food Ingredients of Japan*, p. 41, 45.

Bolívar, A., Cevallos, C y Cisneros, L. 2003. Stoichiometric and kinetic studies of phenolic antioxidants from andean purple corn and red fleshed sweetpotato. *Journal agricultural and food chemistry*, Texas, USA

Brouillard, R. 1982. Anthocyanins as food colors. En: Markakis P (ed.) *Academic Press*, New York.

Carhuapoma, M. y López, S. 2008. Maíz Morado Purple Corn: Moléculas bioactivas antioxidantes y anticancerígenas. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Lima, Perú. 133 p.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1985. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. Programa de Maíz. México, D.F. Segunda Edición, 11p.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1985. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F. Cuarta impresión, 1995, 20p.

Coca, A.; Ayala, G.; Fajardo, L. 1988. *Curso Metodos Analiticos de Tecnologia en Cereales menores*. IICA. Tibaitata. Colombia.

Eberhart, R.E., Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci. (EE.UU.)* 6:36 40.

FAO, 1993. *El Maíz en la nutrición humana*. Roma 1993. 230p

FAO, 2009. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma 2006. 300p.

Fukamachi, K.; Imada, T.; Ohshima, Y.; Xu J.; Tsuda, H. 2008. Purple corn color suppresses Rasprotein level and inhibits 7,12-dimethylbenz[a]anthracene-induced mammarycarcinogenesis in the rat. *Cancer Sci.* 99: 1841–1846.

GAD Penipe (Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal Penipe). 2010. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal Penipe. s.l. 136 p.

Hildebrand P.E. (1984) Modified Stability Analysis of Farmer Managed, On-Farm Trials¹. *Agron. J.* 76:271-274.

Huang, D. 2005. The Chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, p.1841, 1856.

IBPGR, 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources, Rome

INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2014. Anuario Meteorológico. Período 2011. sp.

INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2016. Anuario Meteorológico. Período 2000-2015. sp.

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2006. Formato de Colectas de Germoplasma. sp

IICA-BID-PROCIANDINO. 1991. XIII Curso Corto. Mejoramiento Genético del Maíz. Edición: PROCIANDINO. Quito, Ecuador, 180 p.

Manrique, A. 2000. Maíz Morado Peruano. Impreso en Lima-Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria. p. 5-6. (Serie Folleto R.I. N°04-00).

MDN (Ministerio de Defensa Nacional, Ecuador); IEE (Instituto Espacial Ecuatoriano, Ecuador); SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Ecuador); MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura, y Pesca, Ecuador); INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Ecuador). 2012. Proyecto: “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000”. Memoria técnica, Cantón Chambo. s.l. 24 p.

MDN (Ministerio de Defensa Nacional, Ecuador); IEE (Instituto Espacial Ecuatoriano, Ecuador); SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Ecuador); MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura, y Pesca, Ecuador); INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Ecuador). 2012. Proyecto: “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000”. Memoria técnica, Cantón Guamote. s.l. 23 p.

Mayorga, V. 2010. Estudio de las propiedades reológicas y funcionales del maíz nativo “racimo de uva” *Zea mays* L. Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.

Petroni, K., Pilu, R., Tanelli, C. 2014. Anthocyanins in corn: a wealth of genes for human health. *Planta* 240(5):901-911.

Villacrés, E., Armijos, G., Quelal, MB., Alvarez, J. 2015. Caracterización físico-química y funcional e la variedad INIAP-199 “Racimo de Uva”. *Boletín Técnico, INIAP-EESC, Quito, Ecuador.* (sp)

Timothy, D.; Hatheway, W.; Grant, U.; Torregroza, M.; Sarria, D.; Varela, D., 1966. Razas de maíz en Ecuador (ICA, Boletín técnico No.12, Colombia, 132 p).

Yáñez, C., Racines, M., Caballero, D. 2010. Identificación de microcentros en el “Proyecto producción, uso sostenible y conservación de dos cultivares tradicionales de maíz (chulpi y negro) en la sierra del Ecuador”. Informe ESPOCH-INIAP. 58 p

ANEXO 1

Datos pasaporte de 65 accesiones de maíz negro colectados en la sierra ecuatoriana.

CODIGO	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD
CDE-02	Carchi	Bolívar	La Paz	Pisan	00°30'23''	77°49'06''
CDE-03	Carchi	Bolivar	La Paz	Cuesaquita	00°30'52''	77°52'01''
CDE-05	Imbabura	Pimampiro	Pimampiro	Casashuda	00°21'27''	77°58'37''
CDE-07	Imbabura	Cotacachi	Quiroga	San Nicolás	00°17'18''	78°20'33''
CDE-09	Imbabura	Cotacachi	San Francisco	Comunidad Morochos	00°17'29''	78°18'31''
CDE-10	Imbabura	Cotacachi	San Francisco	Comunidad Morochos	00°17'56''	78°18'41''
CDE-12	Imbabura	Cotacachi	Quiroga	San Antonio Punqui	00°16'38''	78°19'25''
CDE-15	Imbabura	Otavalo	González Suárez	Caluqui	00°10'39''	78°12'46''
CDE-22	Imbabura	Otavalo	Lago San Pablo	Comuna Casco Balenzuela	00°12'49''	78°10'04''
CDE-24	Imbabura	Otavalo	El Lago	Gualabi Alto	00°12'37''	78°10'14''
CDE-25	Imbabura	Otavalo	Los Lagos	Pibaringí	00°13'03''	78°14'18''
CDE-28	Cotopaxi	Latacunga	Pastocalle		00°43'23''	78°37'26''
CDE-29	Cotopaxi	Latacunga	Pastocalle		00°43'23''	78°37'26''
CDE-32	Cotopaxi	Latacunga	Tanicuchí	Veracruz	00°45'50''	78°37'49''
CDE-34	Cotopaxi	Saquisilí	Saquisilí	Barrio 5 de junio	00°50'25''	78°40'19''
CDE-35	Cotopaxi	Latacunga	Alaquez	Tandalibi	00°50'50''	78°36'27''
CDE-36	Cotopaxi	Latacunga	Alaquez	Tandalibi	00°50'50''	78°36'27''
CDE-38	Cotopaxi	Latacunga	Mulaló	Salatili	00°47'07''	78°34'19''
CDE-40	Cotopaxi	Latacunga	Mulaló	Quisinchí Alto	00°47'28''	78°34'17''
CDE-42	Cotopaxi	Latacunga	Pujilí	Guapulo	00°55'47''	78°41'38''
CDE-43	Cotopaxi	Latacunga	Pujilí		00°56'20''	78°41'40''
CDE-44	Cotopaxi	Salcedo	Malliquin	Rumipamba	01°00'57''	78°34'16''
CDE-47	Tungurahua	Ambato	Cunchibamba	Loma Grande	01°07'28''	78°34'31''
CDE-48	Tungurahua	Pelileo	Bolívar	Quitocucho	01°22'58''	78°32'32''
CDE-49	Tungurahua	Pelileo	Huambalo	Huambalo Centro	01°23'03''	78°31'41''
CDE-50	Tungurahua	Pelileo	Pelileo	Mercado	01°19'34''	78°32'21''
CDE-53	Pichincha	Quito	Zambiza	Cotocog	00°08'07''	78°25'57''
CDE-56	Pichincha	Pedro Moncayo	Mashingui	Pilgacho Grande	00°00'56''	78°22'07''
CDE-57	Pichincha	Pedro Moncayo	Mashingui	Barrio Pichincha	00°03'07''	78°21'22''
CDA-58	Loja	Saraguro	Ushapa	Loma Lushapa	03°29'56''	79°20'09''
CDA-59	Loja	Saraguro	Saraguro	Centro Saraguro	03°37'10''	79°14'04''
CDA-60	Azuay	Paute	Bulán	Guayán	02°44'56''	78°46'11''
CDA-61	Azuay	Cuenca	Cuenca	Mercado 3 Noviembre	02°53'00''	79°00'00''

CODIGO	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD
CDA-63	Azuay	Cuenca	Cuenca	Mercad 3 de Noviembre	02°53'00"	79°00'00"
CDA-64	Azuay	Cuenca	Cuenca	Mercado 3 de Noviembre	02°53'00"	79°00'00"
CD-65	Bolivar	Guaranda	Guamuyo	Jesús del Gran Poder	01°33'41"	79°00'19"
CD-66	Bolivar	Guaranda	San Simón	Mercado Municipal	01°35'32"	78°59'55"
CD-67	Bolivar	Guaranda	Veintimilla	Minchoa Grande	01°36'07"	78°58'38"
CD-68	Bolivar	Guaranda	San Simón	Gradas Grande	01°36'58"	78°58'43"
CD-69	Bolivar	Guaranda	San Simón		01°38'07"	78°59'03"
CD-70	Bolivar	Guaranda	Chaccha	Pianda	01°36'38"	79°01'27"
CD-71	Bolivar	Guaranda	Santa Fe	Chacha	01°36'34"	79°01'43"
CD-72	Bolivar	Chillanez	Matriz	Loma Cruz	01°56'57"	79°03'39"
CD-73	Chimborazo	Alausi	Sibambe		02°13'10"	78°53'13"
CD-74	Chimborazo	Alausi	Sibambe	Molino Pamba	02°12'47"	78°53'29"
CD-75	Chimborazo	Chunchi	Gonzol		02°18'15"	78°55'11"
CD-76	Chimborazo	Chunchi	Chunchi		02°17'14"	78°55'08"
CD-77	Chimborazo	Chunchi	Gonzal		02°15'35"	78°50'35"
CD-78	Chimborazo	Chunchi	Gonzal	Zumag	02°14'36"	78°50'30"
CD-79	Chimborazo	Alausi	Guasuntos		02°13'42"	78°48'33"
CD-80	Chimborazo	Alausi	Guasuntos		02°13'44"	78°48'32"
CD-81	Chimborazo	Alausi	Matriz		02°12'03"	78°50'39"
CD-82	Chimborazo	Guaniofe	Cebadas	Sta. Teresa	01°54'09"	78°38'39"
CD-83	Chimborazo	Riobamba	Flores	Cesal Grande	01°51'47"	78°37'36"
CD-84	Chimborazo	Riobamba	Flores		01°48'52"	78°38'34"
CD-85	Chimborazo	Riobamba	Licto	Tulabug Escalera	01°47'16"	78°36'10"
CD-86	Chimborazo	Chambo	Guaylla-bamba		01°46'05"	78°34'10"
CD-87	Chimborazo	Chambo	Guaylla-bamba		01°46'05"	78°34'10"
CD-88	Chimborazo	Penipe	Penipe		01°33'40"	78°31'47"
CD-89	Chimborazo	Riobamba	Quimiag	San José Llulluchi	01°39'52"	78°33'45"
CD-90	Chimborazo	Riobamba	Quimiag	El Toldo	01°39'38"	78°37'57"
CD-91	Chimborazo	Guano	San Andrés	La Panadería	01°34'58"	78°41'58"
CD-92	Chimborazo	Guano	San Isidro	La Delicia	01°34'52"	78°40'56"
CD-93	Chimborazo	Penipe	Bayushig	Mercado	01°36'00"	78°33'00"
D-95	Bolivar	Guaranda	San Simon	Comunidad Achachi	01°43'00"	78°33'00"

ANEXO 2

MATRIZ DE ZONIFICACIÓN DE LA VARIEDAD DE MAÍZ NEGRO “Racimo de Uva” INIAP-199

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DEL CARCHI		
	LOCALIDADES (Parroquias)		
	La Paz (Pisan) ¹	La Paz (Quesaquita) ¹	Los Andes ²
Altitud (m) ³	2896	2682	2571
Temperatura (°C) ⁴	12.4	12.4	11,6
Humedad Relativa (%) ⁴	80	80	81
Pluviosidad (mm) ⁵	997.0	997.0	1171,2
Heliofanía (Horas) ⁵	1531.1	1531.1	-

1/Datos tomados de la Estación Meteorológica San Gabriel (M0103), período 2000-2015. INAMHI, (2016).

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica El Ángel (M0102), período 2011. INAMHI, (2014).

3/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

4/ Media anual.

5/ Valor anual.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DE IMBABURA			
	LOCALIDADES (Parroquias)			
	Quiroga ¹ (San Nicolás, San Antoño de Punqui)	San Francisco ¹ (Morochos)	Gonzales Suarez ²	San Pablo del Lago ² (Angla, Yaculoma alto, Casco Valenzuela, Gualabi Alto, Pibarinsi, Espejo)
Altitud (m) ³	2796-2959	2697-2701	2816	2678-2877
Temperatura (°C) ⁴	-	-	13,6	13,6
Humedad Relativa (%) ⁴	-	-	79	79
Pluviosidad (mm) ⁵	1291,2	1291,2	891,4	891,4
Heliofanía (Horas) ⁵	-	-	1601,5	1601,5

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Cotacachi (M0317), período 2000-2015. INAMHI, (2016).

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Otavalo (M0105), período 2000-20015. INAMHI, (2016).

3/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

4/ Media anual.

5/ Valor anual.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DE PICHINCHA			
	LOCALIDADES (Parroquias)			
	Calderon ¹	Zambiza ²	Malchingui (Pilgacho. Pichincha) ³	Estación Experimental Sta. Catalina ⁴
Altitud (m) ⁵	2649	2604	2599-2718	3050
Temperatura (°C) ⁶	-	16,9	-	12,9
Humedad Relativa (%) ⁶	-	74	-	79,6
Pluviosidad (mm) ⁷	550,8	894,5	1242,4	1515,2
Heliofanía (Horas) ⁷	-	2090,9	-	1780,2

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Calderón (M0345), período 2000-20015, INAMHI, (2016).

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Nayón (M1156), período 2000-20015, INAMHI, (2016).

3/ Datos tomados de la Estación Meteorológica San José de Minas (M0337), período 2000-20015, INAMHI, (2016).

4/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Isobamba (M0003), período 2006-20015, INAMHI, (2016).

5/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

6/ Media anual.

7/ Valor anual.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DE COTOPAXI						
	LOCALIDADES (Parroquias)						
	Pastocalle ¹	Tanicuchi ¹	Alaquez ¹	Mulalo ¹	Saquisili ²	Pujili ²	Salcedo ³
Altitud (m) ⁴	3123	3015	2889	3028	2948	2972	2693
Temperatura (°C) ⁵	-	-	-	-	-	-	14
Humedad Relativa (%) ⁵	-	-	-	-	-	-	75
Pluviosidad (mm) ⁶	749,3	749,3	749,3	749,3	757,6	757,6	550,9
Heliofania (Horas) ⁶	-	-	-	-	-	-	1744,2

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Pastocalle (M0371), período 2000-20015. INAMHI, (2016).

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Saquisili (M0375) período 2000-20015. INAMHI, (2016).

3/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Rumipamba (M0004) período 2000-20015. INAMHI, (2016).

4/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

5/ Media anual.

6/ Valor anual.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DE TUNGURAHUA	
	LOCALIDADES (Parroquias)	
	Cunchibamba ¹	Pelileo ² (Bolívar, Huambalo, Pelileo)
Altitud (m) ³	2748	2595-2870
Temperatura (°C) ⁴	13.48	-
Humedad Relativa (%) ⁴	81.63	-
Pluviosidad (mm) ⁵	-	820,2
Heliofanía (Horas) ⁵	-	-

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Cunchibamba (MT0317). Boletín meteorológico de Tungurahua. GADT, 2013.

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Huambalo (M0380). INAMHI, (2016).

3/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

4/ Media anual.

5/ Valor anual.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DE BOLIVAR	
	LOCALIDADES (Parroquias)	
	Guaranda (Guanujo, San Simón, Veintimilla, Chacha, Sta. Fe) ¹	Chillanes ²
Altitud (m) ³	2653-2903	2357
Temperatura (°C) ⁴	13,8	13,7
Humedad Relativa (%) ⁴	77	90
Pluviosidad (mm) ⁵	760,7	854
Heliofanía (Horas) ⁵	1672,3	-

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Laguacoto (M1107), período 2000-20015. INAMHI, (2016).

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Chillanes (M0130) período 2000-20015. INAMHI, (2016).

3/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

4/ Media anual.

5/ Valor anual.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DE CHIMBORAZO						
	LOCALIDADES (Parroquias)						
	Alausi (Sibambe, Guasuntos, Alausí) ¹	Chunchi (Gonzol, Chunchi) ²	Guamote ³	Riobamba (Flores, Licto, Quimiag) ⁴	Chambo ⁵	Penipe ⁶	Guano ⁷
Altitud (m) ⁸	2480-2590	2290-2783	2917	2872-3207	3000	2486	3029
Temperatura (°C) ⁹	-	-	13,5	-	-	12,5	-
Humedad Relativa (%) ⁹	-	81	-	-	-	-	-
Pluviosidad (mm) ¹⁰	541,7	487	362,79	718,1	892,7	800	421
Heliofanía (Horas) ¹⁰	-	1456,6	-	-	-	-	-

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Alausi (M0403), período 2000-20015. INAMHI, (2016).

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Chunchi (M0136) período 2000-20015. INAMHI, (2016).

3/ Fuente: Memoria Técnica del Cantón Guamote. GAD Guamote, (2013).

4/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Licto (M0407) período 2000-20015. INAMHI, (2016).

5/ Fuente: Memoria Técnica del Cantón Chambo. GAD Chambo, (2013).

6/ Fuente: PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO CANTONAL PENIPE. GAD Penipe (2010).

7/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Guano (M0408) período 2000-20015. INAMHI, (2016).

8/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

9/ Media anual.

10/ Valor anual.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DE CAÑAR		
	LOCALIDADES (Parroquias)		
	Cañar (Ingapirca, Zhud, El Tambo) ¹	Biblián ²	Azogues (Pindilig) ³
Altitud (m) ⁴	2800-3100	2640	2700
Temperatura (°C) ⁵	12	14,7	
Humedad Relativa (%) ⁵	83	90	
Pluviosidad (mm) ⁶	1200	986,4	1084,4
Heliofanía (Horas) ⁶	1777,2	-	

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Cañar (M0131), período 2000-20015. INAMHI, (2016).

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Biblián (M0137), período 2000-20015. INAMHI, (2016).

3/ / Datos tomados de la Estación Meteorológica Pindilig (M0583), período 2000-20015. INAMHI, (2016).

4/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

5/ Media anual.

6/ Valor anual.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DE AZUAY	
	LOCALIDADES (Parroquias)	
	Cuenca (Ricaurte, Nabon) ¹	Paute ²
Altitud (m) ³	2400-2600	2325
Temperatura (°C) ⁴	-	17,5
Humedad Relativa (%) ⁴	-	80
Pluviosidad (mm) ⁵	704,7	803
Heliofanía (Horas) ⁵	-	-

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Nabón (M0420), periodo 2000-20015. INAMHI, (2016).

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Paute (M0138), periodo 2000-20015. INAMHI, (2016).

3/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

4/ Media anual.

5/ Valor anual.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	PROVINCIA DE LOJA	
	LOCALIDADES (Parroquias)	
	Saraguro ¹	Tenta ¹
Altitud (m) ²	2455	2541
Temperatura (°C) ³	-	-
Humedad Relativa (%) ³	82	82
Pluviosidad (mm) ⁴	775	775
Heliofanía (Horas) ⁴	-	-

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica Saraguro (M0142), promedio 2000-20015. INAMHI, (2016).

2/ Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC- INIAP.

3/ Media anual.

4/ Valor anual.