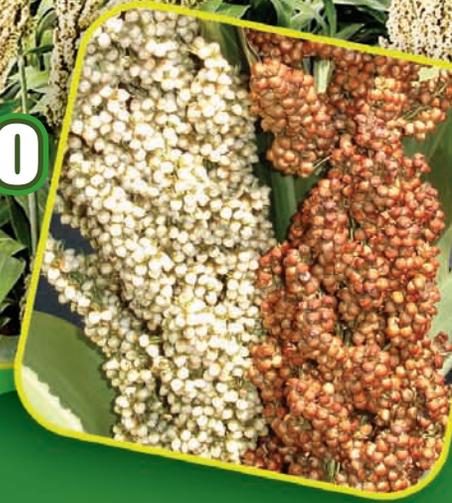
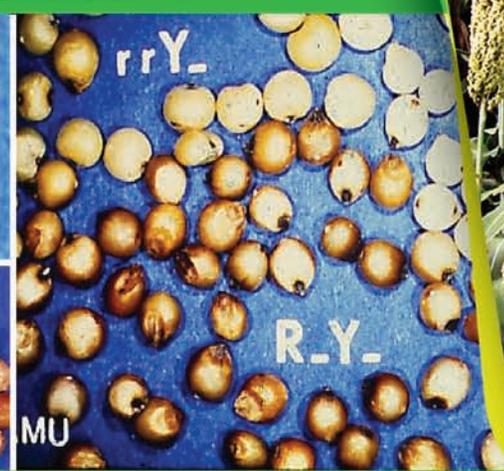




Control Genético del Color del Grano de Sorgo



Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA),
San Andrés, Km. 33 1/2 carretera a Santa Ana. Apdo. Postal: 885,
Tel. 2302-0200 Ext. 239 y 258

San Andrés, La Libertad, El Salvador
Febrero de 2009

René Clará Valencia • William (Bill) L. Rooney





El convenio **CENTA-INTSORMIL** se está ejecutando en el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) desde el año 2000, avalado mediante Acuerdo Ejecutivo No. 1133 del ramo de Relaciones Exteriores y Decreto Legislativo No. 183, publicado en el Diario Oficial No. 231 del 8 de diciembre de 2000. Este convenio es congruente con la importancia que merece el cultivo de sorgo en El Salvador, mediante el cual científicos del **CENTA**, apoyados por científicos del **INTSORMIL**, desarrollan actividades para generar y transferir tecnología que beneficie a productores y productoras no solo de este país, sino de toda la región.

De esta forma, muchos logros obtenidos en el desarrollo de variedades e híbridos de sorgo, generados bajo este Convenio, están beneficiando a agricultores de todos los países de Centro América y de otras latitudes. Por esta razón, el CENTA se complace en apoyar esta publicación científica, para clarificar más el concepto del color del grano de sorgo, con el propósito de mejorar su calidad, y contribuir a la obtención de mejores productos que beneficien a todos los actores de la cadena agroalimentaria de este grano.

Abraham López Deleón
Director Ejecutivo CENTA

AUTORES:

René Clará Valencia

Fitomejorador de Sorgo (CENTA-INTSORMIL) y Coordinador Regional

Dr. Bill Rooney

Fitomejorador (Universidad de Texas A&M, USA.) y Coordinador del INTSORMIL para América Central,

Ing. Ever Adalberto Hernández

Presidente Junta Directiva del CENTA (El Salvador)

Ing. Abraham E. López Deleón

Director Ejecutivo del CENTA (El Salvador)

Dr. John M. Yohe

Director del INTSORMIL (University of Nebraska, Lincoln. USA)

Dr. Guevisa Ejeta

Contribución de fotografía "Biodiversity Conservation and Management at INTSORMIL", Plant Genetics & Breeding, Purdue University, USA.

Revisión de Texto:

Lic. Berta Nely Menjivar

Comunicaciones, CENTA.

INDICE

- **Introducción**..... 4
- **Grano de sorgo** 4
- **Genotipos y efecto de los genes que afectan el color del grano**..... 5
 - **I. Color del epicarpio**..... 5
 - **II. Color de la testa**..... 6
 - **III. Mesocarpio** 8
 - **IV. Color de la planta** 9
 - **V. Interacciones importantes** 11
- **Bibliografía** 11

Control Genético del Color del Grano de Sorgo

● INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un gran interés en la utilización del grano de sorgo como fuente de energía en la elaboración de alimentos para el consumo humano y/o animal, sustituyendo al trigo en la panificación y al maíz amarillo en la elaboración de alimentos concentrados; para tal efecto es necesario conocer el control genético del color del grano para mejorar su calidad.

El objetivo de esta información es describir brevemente las características genéticas principales, actualmente conocidas y que afectan objetivamente la apariencia del grano de sorgo.

El color del pericarpio y la gluma de la flor afectan la coloración de los productos alimenticios elaborados del grano. Hasta ahora se han identificado por lo menos diez pares de genes que afectan el color del grano de sorgo. El color del pericarpio es determinado básicamente por los genes: $R_Y_$, $I_$, $S_$, $B_1_$, $B_2_$. Los genes $P_$ $Q_$ tanto como $Tp_$ afectan, la expresión de este juego básico.

● GRANO DE SORGO:

El grano de sorgo (Fig. 1) es simplemente el ovario fecundado y maduro, el cual básicamente consta de un embrión, endosperma y el pericarpio. El que define el color del grano es el pericarpio, en donde están concentrados los genes que controlan el color.

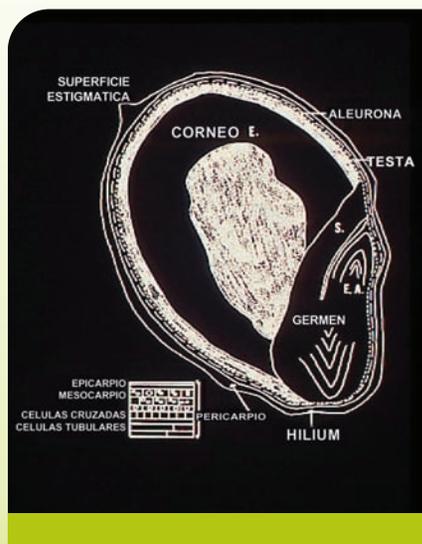


Fig. 1.
Diagrama del grano de sorgo

Genotipos y Efecto de los Genes que Afectan el Color del Grano

● I - COLOR DEL EPICARPIO

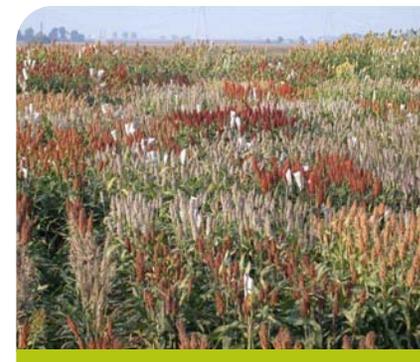
El epicarpio es la capa externa delgada del pericarpio que envuelve al grano.

Los genes RR y YY definen su color y la apariencia en el color del grano, de la siguiente forma:

- $R_Y_$ epicarpio rojo
- R_yy epicarpio blanco
- $rrY_$ epicarpio amarillo limón
- $rryy$ epicarpio blanco

Como puede observarse, ambos genes actúan como complementarios

Fig. 2. Alta variabilidad del color del grano de sorgo.



El pericarpio amarillo limón (Fig. 3 y 4) no está del todo relacionado con el factor (s) amarillo del endosperma y podría confundirse con él.



Fig. 3
Color del pericarpio

El endosperma comprende el 80-85% del tamaño del grano y también determina la calidad de este. Está constituido por dos clases de almidón: amilasa y amilopectina. Un solo locus controla el tipo de almidón en el endosperma. El alelo dominante Wx controla el amiláceo y el homocigótico recesivo (wx) el ceroso.





Fig. 4
Color del endosperma

El alelo dominante del gen Intensificador (I_+), actúa sobre estos colores del epicarpio intensificando el color rojo (Fig. 5) y amarillo limón, pero en el color blanco parece opaco.



Fig. 5
Efecto del gen Intensificador (I_+) en el color rojo del pericarpio.

● II - COLOR DE LA TESTA

El color de la testa depende de los genes Tp_+ , tp_+ tp_+ . El dominante Tp_+ presenta una pigmentación café y el recesivo ($tptp$) una pigmentación púrpura.

La pigmentación (Fig. 6) está determinada por los genes B_1B_1 y B_2B_2 , de la manera siguiente:

$B_1_+ B_2_+$	presenta testa pigmentada
$B_1_+ b_2b_2$	testa no pigmentada
$b_1b_1 B_2_+$	testa no pigmentada
$b_1b_1 b_2b_2$	testa no pigmentada

Si el gen propagador (S_+) está presente en forma dominante (Fig. 7, 8 y 9), los pigmentos café del dominante $B_1_+ B_2_+$ se esparcen en todo el pericarpio. Cuando es homocigótico recesivo (ss), el color café del dominante $B_1_+ B_2_+$ está contenido solamente en la testa. En otras palabras, el color café aparece en el pericarpio si los genes $B_1_+ B_2_+$ están presentes, de otra manera no hay este efecto.



Fig. 6
Grano blanco con testa no pigmentada (izquierda) y con testa pigmentada (derecha).

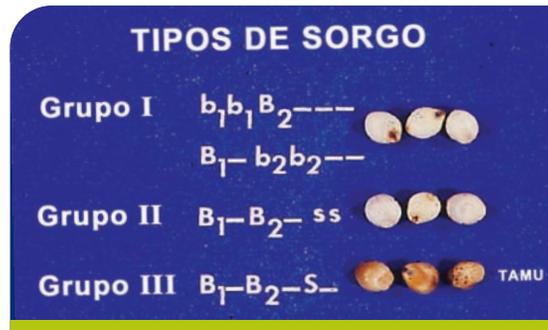
Fig. 7
Interacción del gen propagador (S_+) en el color rojo del pericarpio delgado y grueso.



Fig. 8
Efecto del gen propagador (S_+) interaccionando con los genes $B_1_+ B_2_+$ en el color rojo del grano.



Fig. 9
Efecto del gen propagador ($S_$) interaccionando con los genes B_1B_2 en el color blanco del grano.



La presencia de taninos en la testa está correlacionada positivamente con la presencia básica de los genes dominantes B_1B_2 , es decir que la pigmentación en la testa producida por estos genes es efecto de los fenoles condensados. La mayor o menor cantidad de taninos será determinada por la presencia de los genes intensificadores ($I_$) y propagadores ($S_$) interaccionando básicamente con los genes B_1B_2 , $Tp_$, tp y con los otros genes que controlan el grosor del mesocarpio.

● III - MESOCARPIO

El grosor de la capa del mesocarpio está determinado por los genes $Z_$ y zz (Fig. 10). El gen dominante $Z_$ resulta en un pericarpio delgado y un grano aperlado. El pericarpio delgado es traslúcido y permite que el color de la testa y del endosperma afecte la apariencia del grano. El homocigótico recesivo (zz) presenta un pericarpio grueso con una apariencia yesosa debido a la mayor concentración de almidones.



Fig. 10
Genes ($Z_$ zz) que controlan el grosor del pericarpio en grano blanco.

● IV - COLOR DE LA PLANTA

El color de la planta está controlado por los genes PP y QQ, donde P_Q para el color púrpura, P_qq para el color rojo, $pp Q_$ es para el color canela oscuro, $pp qq$ para el color canela claro de la planta. El color de la gluma y de la planta generalmente está asociado a estos pares de genes (Fig. 11, 12, 13 y 14). Los genes P_Q afectan el tejido maternal del grano y modifican los efectos de otros factores directos del color.

Fig. 11
Color de planta y de las glumas púrpura (P_Q)



Fig. 12
Color de planta y glumas rojas (P_qq)



Fig. 13
Color canela
claro de la planta
(pp qq).



Fig. 14
Plantas color
canela oscuro
(pp Q_).



Hay que hacer notar que la planta de sorgo es el resultado de todos los genes, aquellos conocidos y aquellos que todavía no pueden identificarse. Esta información solamente comprende los primeros.

● V. INTERACCIONES IMPORTANTES

- Un grano blanco cruzado con otro grano blanco puede aparecer una F₁ blanca, café, roja o púrpura, dependiendo si interaccionan genes R_{yy}, rr yy, B₁B₂, S₋, I₋, tp tp.
- Un grano blanco puede ser afectado por la presencia del gen Z₋, cuando es dominante, el mesocarpio es delgado y el grano tiene una apariencia de perla, pero si es homocigotico recesivo el mesocarpio es grueso y el grano tiene una apariencia blanco yesoso.
- Un grano blanco (R_{yy}) con testa pigmentada (B₁B₂), mesocarpio grueso zz zz, cruzado con otro de grano amarillo (rr Y₋), con propagador (S₋), intensificador (I₋) y testa (tp tp), la F₁ tendrá un grano color púrpura.
- La presencia de genes B₁B₂ indicará que existen taninos en la testa del grano, los cuales pueden incrementarse hacia el pericarpio si interaccionan con los genes I₋, S₋, zz zz, T_p-, tp tp.
- La interacción del gen I₋ con genes de color rojo o amarillo intensifica el color, pero no lo hace con los granos de color blanco.
- Los genes P₋ Q₋ que afecta el color de la planta, en general están correlacionados con el color de la gluma, pero existen plantas con glumas diferentes al color de la planta.

Esto quiere decir que existen interacciones interalélicas que cambian la expresión básica del color del grano y que explican el por qué al cruzar grano blanco por blanco resultan granos cafés o púrpuras. Cruzas entre granos rojos resultan granos púrpura, etc...

● BIBLIOGRAFÍA

House, Leland R. 1982. "El Sorgo", Genética del Cultivo del Sorgo pps, 178 – 180. GRUPO EDITORIAL GACETA,S.A., México1982.

Miller, F.R. 1992. Improvements in Sorghum During the Last 25 Years.Proc. Second Australian Sorghum Conference, Gutton, Queensland, Australia. Feb 4-6. p.8.1.

Miller, F.R. 1991. A review of Utilization of Sorghum. Proc. Second Australian Sorghum Conference. Gutton, Queensland, Australia. Feb. 4-6. p.R21.

Wall, S. y Ross, W.M. 1975. Producción y Usos del Sorgo. Editorial Hemisferio Sur, Argentina. Pp 47.

