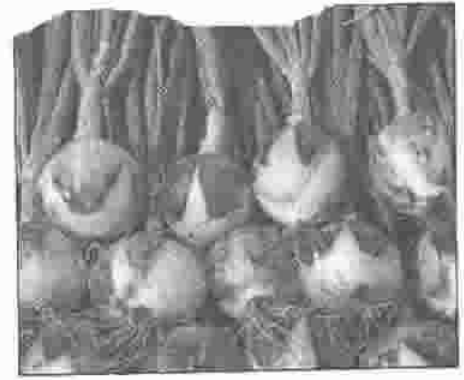


Mejoramiento y producción de semilla de cebolla de bulbo, *Allium cepa* L.



Franco Alirio Vallejo C.*

1. Importancia económica

La cebolla es la segunda hortaliza en importancia económica después del tomate. La cebolla es cultivada en una extensión aproximada de 1.500.000 hectáreas y su producción es de 18.243.000 toneladas, para un rendimiento promedio mundial de 11,7 ton/ha.

Los principales países productores son China, Estados Unidos, URSS, India y Japón.

Los principales países exportadores son Holanda, España, Estados Unidos, India e Italia. Los principales países compradores son Alemania Occidental, Reino Unido, Francia y Canadá.

2. Valor nutritivo

Teniendo en cuenta el contenido de proteínas, vitaminas y minerales, la cebolla no puede ser considerada como una fuente nutritiva buena. La cebolla es utilizada como "condimento" o en estado fresco. La cebolla es materia prima para la industria alimenticia y en la farmacéutica.

2.1. Los parámetros de calidad industrial son: bulbos pequeños, alta pungencia, alta cantidad de sólidos totales (materia seca) y que no forma pigmentos amarillos al ser procesados.

a) Contenido de sólidos totales

Un buen contenido industrial (Peso de materia prima/ producto deshidratado), depende

de la cantidad de sólidos totales de las variedades. La cantidad de sólidos totales de las cebollas varía de 5 a 20%. La alta cantidad de sólidos solubles está ligada a alta pungencia y a la buena calidad de almacenamiento. Los factores que influyen en el contenido de sólidos totales son: estado de desarrollo de la planta, precipitación, período de almacenamiento, variedad y condiciones climáticas.

b) Alta pungencia

Pungencia es la combinación del aroma y el sabor de la cebolla. Esta pungencia ocasiona una irritación en la mucosa de la nariz, boca y en los ojos.

Las plantas del género *Allium* poseen un número grande de compuestos orgánicos ligados al azufre. El principal compuesto responsable por la pungencia es el compuesto sulfurado sulfoxido de L-cisteína S-(1-propenil) el cual en el momento de la ruptura de los tejidos sufre el ataque de la enzima *Alinasa* dando lugar a la formación de los ácidos sulfénico, pirúvico y al amoníaco.

El S-óxido de tiopropanal es el responsable por el efecto lacrimógeno y el ácido pirúvico está relacionado con la intensidad del sabor y aroma. El contenido del ácido pirúvico ha sido usado para medir la pungencia, y las cebollas son clasificadas así:

Pungencia fuerte: 15-20 u moles de ácido pirúvico/g de cebolla.

Pungencia media: 8-10 u moles de ácido pirúvico/g de cebolla.

Pungencia baja: 2-4 u moles de ácido pirúvico/g de cebolla.

Como la cebolla es utilizada como agente aromatizante, ésta al ser deshidratada debe contener alta cantidad de pungencia.

Los factores que influyen en la pungencia son: suplemento de azufre en el suelo, agua del suelo, almacenamiento y métodos de procesamiento.

c) Forma de bulbo

Se prefieren los bulbos ovalados. No se prefieren los bulbos achatados.

d) Coloración de la cebolla

Se prefieren las cebollas blancas, para la deshidratación, por su apariencia y porque no presentan principios amargos.

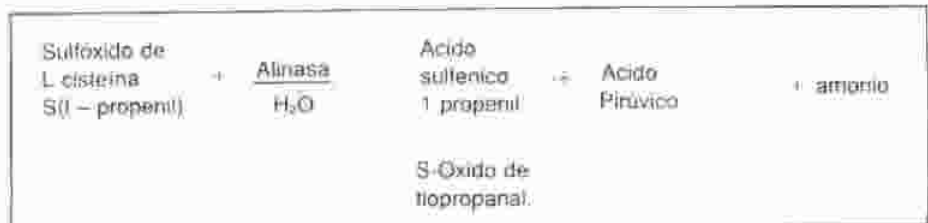
e) Resistencia al almacenamiento

Los bulbos deben soportar almacenamiento ambiental por dos ó tres meses con un mínimo de pudrición, marchitez y brotamiento.

2.2. Los parámetros terapéuticos de la cebolla son: acción inhibidora de algunos microorganismos, acción hipoglucémica y acción protectora de la arterioesclerosis.

a) Acción inhibidora de algunos microorganismos

En la cebolla se observa la presencia de



* I. A. M. Sc., Ph.D., Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo 237, Palmira.

sustancias con actividad antibiótica sobre *Staphylococcus aureus*. También se ha observado que el jugo de cebolla o ajo inhiben el crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*. Como consecuencia de esto se afirma que el uso de la cebolla protege el aparato digestivo contra algunas infecciones.

b) Acción hipoglicémica

Se ha observado que el aceite de la cebolla posee un compuesto sulfurado con capacidad de disminuir el nivel de glucosa en la sangre de ratones. El mecanismo de esta acción hipoglicémica es desconocido y se lanza la hipótesis de que este compuesto sulfurado tenga la capacidad de desprender la insulina ligada a la sangre, tornándola capaz de actuar sobre el azúcar sanguíneo, bajando su nivel.

c) Acción protectora contra la arterioesclerosis

Se afirma que el consumo regular de cebolla y ajo tiene un efecto reductor de la arterioesclerosis.

3. Origen de la cebolla

La cebolla es una especie que se cultiva desde épocas remotas. Fue domesticada independientemente en varios lugares y se supone que haya ocupado una vasta región en el oeste de Asia, extendiéndose para Palestina e India.

La cebolla posee tres centros de origen, siendo uno primario y dos centros secundarios.

a) Centro Asiático Central

Es el centro primario o de origen. Comprende un territorio relativamente pequeño: noroeste de la India, todo Afganistán, parte occidental de Tian-Chan y algunas otras pequeñas regiones.

b) Centro del Oriente Próximo

Centro secundario interior de Asia menor, Trans-caucasia, Irán y tierras altas de Turkmenistán.

c) Centro Mediterráneo

Centro secundario, comprende los países en torno al mar Mediterráneo. Son cebollas de bulbos grandes.

4. Botánica

La cebolla *Allium cepa* L., tiene la siguiente clasificación botánica.

Grupo: Angiosperma

Clase: Monocotiledoneas

Orden: Liliales

Familia: Liliaceae

Genero: *Allium* (contiene aproximadamente 600 especies)

Especie: *Allium cepa* L.

Las formas hortícolas de *Allium cepa* L. pueden ser colocadas en tres grupos.

a) Grupo *typicum*

Grupo de las cebollas comunes, bulbos simples, grandes, inflorescencia típicamente sin bulbillos, plantas casi siempre originarias de semilla verdadera. En este grupo están todas las cebollas comercialmente importantes. Muestra una extrema variación en el color y forma de los bulbos y responde a la temperatura y fotoperíodo.

b) Grupo *Aggregatum*: *Allium cepa* var. *aggregatum*:

Grupo de las cebollas con bulbos compuestos, inflorescencia típicamente sin bulbillos, pudiendo producir semillas o ser estéril. Multiplicación casi exclusivamente vegetativa. Este grupo se caracteriza por la presencia de muchos bulbos laterales y que son usados para la propagación. Posee tres formas distintas: cebolla papa, siempre lista y cebolla chalote.

c) Grupo *Proliferum*: *Allium cepa* var. *proliferum*:

Los bulbos son pobremente desarrollados. La inflorescencia está cargada de bulbillos y usualmente sin semillas verdaderas, reproduciéndose vegetativamente por los bulbillos de la inflorescencia.

Existen otras especies importantes en el género *Allium* como son:

a) *Allium sativum* (ajo): Las flores abortan y se forman bulbillos en la inflorescencia, casi siempre no se produce polen. Se reproduce vegetativamente y el mejoramiento es basado en selección clonal y mutaciones.

b) *Allium fistulosum* (cebolla de rama): especie muy variable clonalmente, produce bulbillos en la inflorescencia, no produce bulbos.

c) *Allium ampeloprasum* (puerro, ajo de cabeza grande).

d) *Allium schoenoprasum* (cebollino).

e) *Allium chinense* (Rakkyo).

f) *Allium tuberosum* (Cebollino chino)

Es posible efectuar algunos cruzamientos interespecíficos, procurando crear nuevos tipos fértiles. Por un proceso de duplicación cromosómica, un híbrido estéril puede algunas veces formarse fértil.

En el cruzamiento de *A. cepa* x *A. fistulosum*, el híbrido F₁ amfidiplode posee alguna fertilidad y presenta mayor vigor vegetativo que los progenitores. El apareamiento de cromosomas en el amfidiplode es de *A. fistulosum* con *A. fistulosum* y *A. cepa* con *A.*

cepa, pero ocasionalmente puede ocurrir apareamiento de *fistulosum* con *cepa*.

5. Morfología de las cebollas comunes

Las cebollas del grupo común son plantas anuales para la producción de bulbos y bianuales para la producción de semillas. Persisten vegetativamente por medio de bulbos o sexualmente a través de semilla.

Es una planta herbácea, de hojas grandes, subcilíndricas, carosas y huecas, siendo las más nuevas cubiertas por las más viejas. La parte comercial es un bulbo tunicado, grande comúnmente simple, concéntrico formado por el ensanchamiento de las vainas de las hojas, sobreponiéndose unas a otras, constituyendo un órgano de reserva donde son acumulados hidratos de carbono.

La película externa es seca, brillante y de coloración variable (amarilla, roja, morada o blanca) dependiendo de la variedad.

El tallo es un disco comprimido en la parte inferior del bulbo, de donde salen las raíces fasciculadas, poco ramificadas, que exploran un volumen de suelo equivalente a 25 cm de diámetro y 80 cm de profundidad, pero en los 30 cm superiores del suelo es que hay una mayor concentración de raíces.

En el momento de la floración la cebolla emite un escapo floral de 60-150 cm de altura. Cuando la siembra es efectuada utilizando bulbos, se pueden formar de 1 a 20 escapos florales, dependiendo del tamaño del bulbo y condiciones ambientales.

Las flores son numerosas (50-2.000), hermafroditas, con pétalos violetas o blancos, con 2 a 3 brácteas, dispuestas en una umbela grande. Estambres interiores salientes y con un diente de cada lado, ovario sesil, triflocular. El fruto es una cápsula globular, con dos semillas en cada lóculo.

6. Biología floral

La cebolla presenta *dicogamia* (profandria). Las anteras emiten casi todo el polen durante un periodo de 9-17 horas, 26 a 36 horas antes de que el estigma sea receptivo.

Además del fenómeno de la profundria, el polen de planta extraña se desarrolla más rápidamente que el polen de la propia planta. Estos factores asociados hacen que la cebolla sea una planta alogama.

Una umbela puede estar en florecimiento durante una semana, pero toda la planta puede florecer durante 30 días. Con frecuencia la fecundación se hace entre flores de la misma umbela y es hecha principalmente a través de insectos polinizadores que van en busca de néctar.

Los vientos y la caída del polen por gravedad, poco influyen en la polinización que es cruzada y entomófila debido a abejas y avispa.

El número de cromosomas de la cebolla es $2N = 16$

Las flores jóvenes y adultas pueden encontrarse en posiciones adyacentes y no las adultas abajo y las jóvenes en el apice, como acontece comúnmente en este tipo de inflorescencias.

7. Taxa de cruzamiento natural

La taxa de cruzamiento natural en la cebolla está en torno del 70%, sin embargo, en condiciones de cultivo, el 30% de plantas autofecundadas son eliminadas debido a su menor capacidad de sobrevivencia, por que la autofecundación reduce grandemente el vigor de la planta.

8. Florecimiento

El florecimiento depende de la variedad, pero es inducido casi que exclusivamente por temperaturas frías. El fotoperíodo casi no afecta la iniciación de la floración.

Temperaturas de campo entre 10.8 - 16.8°C indujeron 100% floración en las variedades "Ebenezer" y "Red wethersfield", pero sembradas a 15.8 - 22.8°C, no ocurre florecimiento. Sin embargo, existe variación genética entre los cultivares de cebolla en cuanto a la susceptibilidad de floración.

También el florecimiento es afectado grandemente por las temperaturas de almacenamiento. Temperaturas entre 4.5°C a 14°C por periodos entre 20-60 días, inducen florecimiento de la cebolla. También existe entre las variedades de cebolla, una respuesta diferencial en cuanto a la exigencia de bajas temperaturas de almacenamiento para la inducción de la floración. Por lo tanto, existen variedades muy exigentes en bajas temperaturas para la floración y existen variedades poco exigentes a bajas temperaturas para florecer, que pueden producir semilla en ausencia de frigorificación, Ex. Roxa do Barreiro del Brasil.

Existe una evidencia importante, la rápida formación del bulbo, tal como ocurre en regiones de temperaturas altas, puede suprimir la emergencia de la inflorescencia. Temperaturas altas en el inicio del desarrollo pueden reducir el florecimiento de dos maneras: por la disminución de la iniciación de la floración o por el favorecimiento de una rápida bulbificación.

9. Técnicas de polinización

a) Autofecundación

Cuando se necesitan pequeñas cantida-

des de semilla autofecundada por planta, se sigue el siguiente procedimiento:

- Las umbelas deben ser cubiertas con bolsas de papel a prueba de agua. Tan pronto las primeras flores comienzan la apertura
- Una vez por día, las bolsas de papel deben ser sacudidas vigorosamente, generalmente en las horas de la tarde cuando el polen está seco, para facilitar la circulación del polen. Si las umbelas son pequeñas se pueden colocar 2 ó 3 umbelas de la misma planta dentro de la bolsa de papel
- Si se requieren grandes cantidades de semilla autofecundada por planta se sigue el siguiente procedimiento:

- Las umbelas son colocadas en una pequeña jaula de polinización de 25 cm de diámetro por 30 cm de longitud hecha de tela apropiada en una armazón de alambre. Esta jaula tiene generalmente una abertura en la parte superior de la armazón.

- La jaula es colocada sobre las umbelas que serán autofecundadas

- Se colocan moscas dentro de la jaula por la abertura superior y se amarra finamente la tela de la jaula en torno del pedón floral.

- Es aconsejable criar moscas especialmente para polinizar, con el fin de evitar contaminación con polen extraño. Se pueden usar alimento de perros, cabeza de pescado o pulmón de res para producir moscas. Se pueden almacenar pupas a 7-8°C por 3 - 4 semanas. Bajo condiciones ideales una misma mosca puede hacer polinización por 2-3 semanas, pero si ocurre alta temperatura durante este periodo, el índice de mortalidad se eleva y son necesarias las renovaciones cada día ó cada dos días.

- Después de que ocurra la polinización se deben retirar las jaulas de las umbelas. La cosecha de las semillas se efectúa cuando 1/4 de las cápsulas están abiertas, luego son secadas y almacenadas.

- El polen de *A. cepa* puede ser secado, congelado y almacenado en cámaras propias por muchas semanas sin perder su capacidad de germinar.

9. Cruzamiento

El cruzamiento en cebolla es fácil y puede ser hecho de la siguiente forma:

- Se coloca la mano sobre la umbela (padres) que esté liberando polen, con el fin de coleccionar polen.

- Enseguida colocamos la mano con polen sobre la umbela madre, con la cual queremos efectuar el cruzamiento y que posea los estigmas receptivos.

- Para proceder a un nuevo cruzamiento, debemos hacer antes la desinfección de la mano con alcohol, éter o cloroformo.

- También se pueden utilizar las jaulas de polinización ya mencionadas. Como una planta generalmente tiene varias umbelas, el mejorador puede cruzar una misma planta con varias otras al mismo tiempo.

10. Heredabilidad de los principales caracteres

10.1 Coloración de los bulbos

Las variedades de cebolla pueden presentar cuatro clases de coloración: Rojo, amarillo, blanco y crema.

La coloración del bulbo depende de tres genes: *C*, *R*, e *I*. Los genes *C* y *R* son complementarios y el gen *I* es inhibidor del color.

Cuando el gen *C* está junto con *R* da bulbo rojo, siempre y cuando el gen inhibidor *I* no este presente.

Cuando el gen *C* no es complementado por *R* da bulbo amarillo, siempre y cuando el gen inhibidor *I* no esté presente.

El gen *I* tiene dominancia incompleta sobre *i*. Variedades con constitución *Ii* presentan bulbos blancos tanto en la presencia o ausencia de los genes *C* y *R*.

Los genotipos *ii* presentan bulbos cremas en presencia de *C*. Genotipos y fenotipos para la coloración del bulbo:

<i>C</i> - <i>R</i>		Rojo
<i>C</i> - <i>r</i>		Amarillo
<i>cc</i> -		Blanco
-		Blanco
<i>C</i> -		Crema

<i>CCRRII</i>	X	<i>ccrrii</i>
Blanco		Blanco

↓

F₁ *Ci* *Rr* *ii*

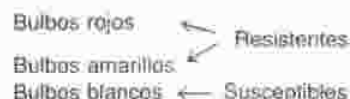
Crema

F₂ 28 blancos
24 cremas
9 rojos
3 amarillos

Para saber si el color blanco es debido al gen *cc* o al gen inhibidor *Ii*, se corta una escama de la cebolla y se coloca en amoníaco (NH₃). Si la escama toma el color amarillo es debido al gen *Ii*, pero si permanece blanca es debido al gen *cc*.

La cebolla blanca es muy utilizada en la industria, debiendo utilizarse bulbos blancos debido al gen *cc*, porque el gen inhibidor *ll* tiende a amarillar la cebolla durante el proceso.

La coloración del bulbo está ligada a la resistencia o susceptibilidad a *Colletotrichum gloeosporioides*. Los compuestos fenólicos solubles en agua (ácido protocatecónico y catecol), precursores de los pigmentos, están presentes en las escamas secas exteriores de los bulbos rojos o amarillos y son tóxicos al hongo. Los bulbos blancos no poseen esos compuestos y, por lo tanto, son susceptibles.

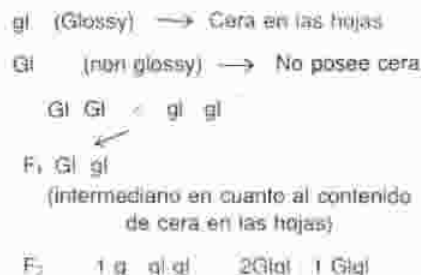


Para el hongo *Aspergillus* sp se presenta una reacción diferente. Las cebollas con bulbos rojos o amarillos son rápidamente atacadas por el hongo y las de bulbos blancos son más resistentes.

10.2 Cerosidad.

Las variedades que presentan ese carácter muestran hojas brillantes debido a la creación de cera en la cara externa de la hoja.

La presencia de cera en las hojas es gobernada por un simple gen recesivo designado por *gl* y el alelo dominante *Gl* exhibe dominancia incompleta.



La ventaja de las cebollas con cera en las hojas (tipo Glossy) es la gran resistencia a las enfermedades del follaje, porque estas hojas no retienen agua, dificultando el desarrollo de hongos.

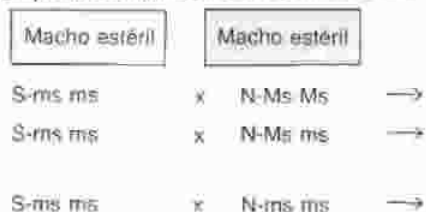
10.3 Macho-esterilidad

La macho-esterilidad fue encontrada por primera vez en el mundo, en 1.925, por Jones en Davis, en la línea 13-73 de la variedad de la cebolla Red Italia.

La macho-esterilidad es debida a la interacción entre un gen recesivo (*ms*) y un factor citoplasmático (*S*).

Existen dos tipos de citoplasma: normal (*N*) y estéril (*S*).

El factor genético *ms* y el factor citoplasmático *S*, no actúan aisladamente. Las plantas para ser machoesteriles necesitan de esos dos factores simultáneamente. Además de esos factores, las condiciones ambientales también afectan la machoesterilidad, así en temperaturas elevadas ocurre menor número de plantas machoesteriles.



10.3.1 Producción de híbridos usando machoesterilidad

10.3.2. Para la producción de semillas híbridas de cebolla, usando la machoesterilidad, se necesitan tres líneas A, B y C.

Línea A: es la línea machoesteril (*S- ms ms*)

Línea B: es la línea usada para mantener la línea A (*N-*ms ms**)

La línea B es genéticamente semejante a la línea A, excepto en la producción del polen.

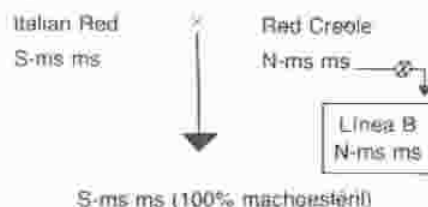
Línea C *N-*ms ms**, es genéticamente diferente a la línea A y es usada para hacer el cruzamiento con la línea A, para la producción de semilla híbrida.

10.3.3. Producción de las líneas machoesteriles (Línea A).

Para producir líneas machoesteriles en cualquier variedad de cebolla se debe hacer lo siguiente: Ejemplo

Producción de la línea B en la Red Creole:

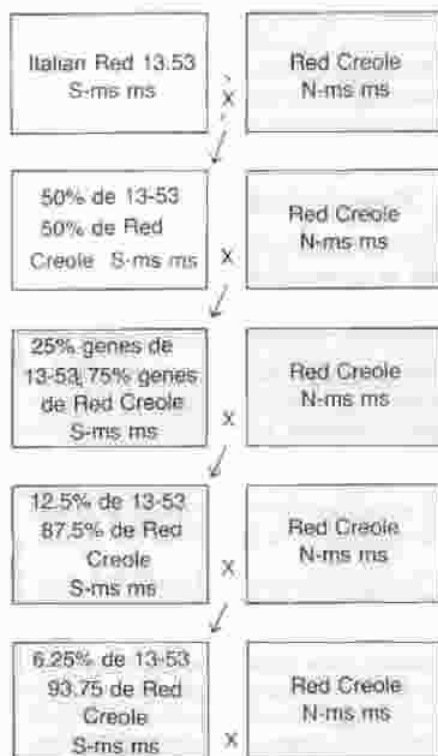
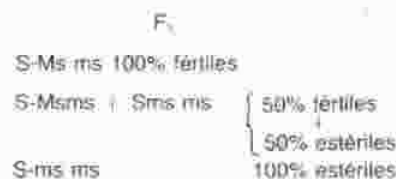
1. Tomamos una línea A conocida (Ex. línea 13-73 de Red Italia) y la cruzamos con la variedad de nuestro interés (Ex. Red Creole). Si la progenie de ese cruzamiento fuese todo machoesteril, entonces la planta probada de Red Creole sería *N ms ms*. Semillas provenientes de autofecundación a partir de esa planta probada formará la línea B (*N ms ms*).



2. Producción de la línea A en la variedad Red Creole. Utilizando la progenie F₁ del cruzamiento anterior se procede, por retrocruzamiento, a producir la línea A que será igual a la línea B, excepto que será macho-esteril.

ro de plantas machoesteriles.

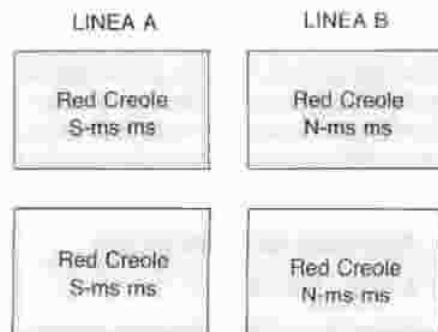
Plantas con citoplasma *N* son todas macho-fértiles y pueden ser *N-*Ms Ms**, *N-*Ms ms** o *N-*ms ms**. Cuando estas plantas son cruzadas con la machoesterilidad, se obtienen los siguientes resultados:



Producción de la línea A Producción de la línea B

Esquema para producir la línea machoesteril de Red Creole usando la machoesterilidad de Italian Red

10.3.3 Mantenimiento de la línea A.



Las plantas machoestériles pueden ser identificadas fenotípicamente de dos maneras:

- Examen en el campo: las plantas machoestériles poseen las anteras menores y arrugadas.
- Examen microscópico: cuando el polen es tratado con acetocarmin y observado bajo el microscopio, se pueden tener dos posibilidades: polen fértil, es coloreado y lleno; y polen estéril, no se colorea y es vacío.

11. Resistencia a enfermedades y plagas

11.1 Resistencia contra *Alternaria porri*. (Mancha púrpura)

Es una de las principales enfermedades de la cebolla en Colombia. Causa severos daños en la producción, conservación de los bulbos y en la producción de la semilla.

Los síntomas primarios se manifiestan en las hojas y en las hastas florales. Inicialmente aparecen pequeñas manchas blancas, elípticas e irregulares. Bajo condiciones ideales, las manchas aumentan de tamaño, adquiriendo coloración parda, con zonas concéntricas más oscuras. Hojas severamente afectadas se marchitan y se arrugan generalmente a partir del ápice.

Existen pocos conocimientos sobre la genética de la resistencia, solamente que las hojas y las hastas florales de determinadas variedades son más resistentes que otras. La resistencia a la enfermedad está relacionada con la espesura de la cutícula y el depósito de cera en las hojas y hastas florales. Las variedades más resistentes presentan cutículas más gruesas, pero si se presentan heridas como la causada por insectos, puede facilitar la penetración del hongo.

La variedad Red Creole presenta más resistencia que la White Creole, Texas grano y Bermuda.

11.2 Resistencia a *Peronospora destructor* (Mildiu)

El mildiu es una enfermedad cosmopolita, pero con importancia variable de acuerdo con las condiciones locales o regionales. Esta enfermedad es muy limitante en la producción de semilla. Su ocurrencia en la fase de la producción de bulbos es excepcional. Es un parásito obligado, que es llevado por los bulbos para la producción de semilla.

Se presenta como lesiones elípticas grandes elongadas a lo largo de las hojas o hastas florales. Presentan zonas concéntricas de tejido clorótico y de varias tonalidades de amarillo, muchas veces cubierta de esporulación blanquecina del hongo.

Poco se conoce sobre su resistencia genética y su control se lo efectúa mediante la aplicación oportuna de fungicidas.

11.3. Resistencia A *Pyrenochaeta terrestris* (raiz rosada)

Es un hongo del suelo que ataca el sistema radicular de la cebolla, ajo y otras especies del género *Allium*.

En las raíces aparecen lesiones de color rosado, que resultan en la muerte de las raíces afectadas. La raíz rosada predispone los bulbos a la infección de *Fusarium* sp.

Existen variedades con alguna resistencia tales como Excel, White Granex, Texas Hybrid 28, Early cristal Baja Piriforme, etc.

11.4. Resistencia a trips

Existe variación en la resistencia a trips. Así, la White Persian, Cristal Wax, y Yellow Bermuda son citadas como resistentes. Esta resistencia puede estar determinada por ciertos caracteres morfológicos, anatómicos o fisiológicos que pueden mantener la población de trips en un mínimo o ayudar a soportar el daño.

- Hojas circulares están asociadas con resistencia.
- Ángulo de inserción de las hojas.
- Presencia de cera en las hojas.

12. Mejoramiento de la cebolla

La cebolla es una especie con alta variabilidad genética, especialmente para los caracteres agronómicos importantes tales como: tamaño, forma, color, firmeza, porcentaje de materia seca, pungencia, color de hojas, reacción a la longitud del día, resistencia a enfermedades y plagas, capacidad de almacenamiento, retención de escamas, etc.

Esta variabilidad es importante para el mejorador porque a partir de ésta pueden ser creadas un sin número de variedades para todas las condiciones.

Un cultivar ideal de cebolla debe ser

- Alta producción.
- Resistente a enfermedades y plagas.
- Bulbo atractivo.
- Libre de bulbos duplos.
- Resistente al florecimiento prematuro.
- Uniforme en tamaño, formación, color y tiempo de maduración.
- Debe tener alto rendimiento en semilla.
- Resistente al almacenamiento.
- Alto porcentaje de materia seca.
- Retener las escamas.

Para industria: alto porcentaje de M.S., blanca, firme y pungente.

Para ensaladas: dulce, suave.

Es difícil tener todas estas características

en una sola variedad, por lo tanto, es necesario producir muchas variedades para los diferentes usos y regiones.

12.1 Selección Masal

Este método de mejoramiento es el más usado en cebolla, porque permite eliminar los tipos indeseables antes del florecimiento y por lo tanto, ha dado resultados espectaculares. "La selección es hecha antes del florecimiento", evitando recombinación apenas de las plantas seleccionadas, o sea la ganancia de la selección ocurre en los dos sexos.

Proceso 1. Generalmente se inicia el trabajo con 1 000 - 2 000 bulbos, como población básica y con variación genética para los caracteres deseados.

- Se seleccionan 200 - 500 bulbos, que reúnan los caracteres deseados, y se someten a frigorificación para inducir el florecimiento.
- Se siembran para promover la recombinación de las plantas seleccionadas (aquí termina el primer ciclo de selección).
- Inicio del segundo ciclo.

Este método ha sido utilizado para mejorar rendimiento, sólidos solubles, florecimiento prematuro, resistencia a enfermedades, etc.

12.2. Selección - Autofecundación

- Sembrar 1 000 - 2 000 bulbos como población básica y con V. genética.
- Seleccionar 100 - 200 bulbos para los caracteres deseados.
- Frigorificación para inducir florecimiento.
- Siembrar surco por planta de estos bulbos (frigorificados para promover recombinación).
- Seleccionar las 25 mejores familias y en cada familia 20 mejores bulbos para dar 500 bulbos.
- Frigorificación.
- Autofecundación de las 500 plantas (se autofecunda la mitad de las umbelales y la otra mitad a libre polinización). Con la libre polinización se obtendrá una nueva variedad, con la autopolinización se siembra surco por planta para una nueva autopolinización.

13. Fotoperiodo

En cuanto al fotoperiodo, las variedades pueden ser clasificadas:

- Días cortos: mínimo 12 horas de luz.
- Días largos: 14 horas o más.
- Días intermedios: 13 horas.

El fotoperiodo tiene marcada influencia en la *bulbificación*.

Variedad de día corto.

Si son sembradas en días largos; el día largo induce a la formación rápida del bulbo y éste será pequeño.

Varietal de día largo.

Cuando se cultiva en días cortos, la longitud de día es insuficiente para inducir bulbificación y las plantas vegetan indefinidamente.

Por este motivo las variedades deben ser regionalizadas.

14. Temperatura

A pesar de que el fotoperíodo tiene mayor influencia en la bulbificación, la temperatura también influye. La bulbificación está influenciada por la interacción fotoperíodo-temperatura.

Para una buena producción de bulbos, la cebolla exige temperaturas amenas en el inicio de su desarrollo vegetativo (16-22°C), pero en la fase de maduración del bulbo las temperaturas moderadas altas promueven una buena maduración del bulbo.

15. Métodos de producción de semillas de cebolla

15.1 Método normal, con o sin vernalización

15.2 Método semilla - semilla.

15.3 Método de producción de semilla híbrida.

Clima óptimo

- Fotoperíodo que permita buena formación de bulbos.

- Temperaturas bajas para substituir la vernalización.

- Baja humedad relativa y pocas lluvias durante cultivo y cosecha.

16. Producción de semillas de cebolla usando el método normal

16.1. Producción de bulbos madres

16.1.1. Cuidados.

- Se debe usar semilla básica.

- Usar aislamiento de 1.5 - 2.0 km entre cultivos de cebolla.

- Eliminar plantas con florecimiento precoz durante esta fase vegetativa.

- Eliminar plantas que no se vuelcan en la maduración.

- Eliminar plantas enfermas.

16.1.2. Cosecha de bulbos

- Cuando ocurre secamiento de raíces y marchitez parcial de las hojas y volcamiento de las plantas.

16.1.3. Curación de los bulbos

- Secamiento parcial de los bulbos en el campo y luego en bodega.

- Cebollada curada cuando pierde 5% de su peso inicial y la escama externa está seca.

- Uso de cámaras con 45 - 50°C durante 16-20 horas es recomendable.

16.1.4. Selección de bulbos

- Formato adecuado

- Coloración adecuada

- Sanidad

- Tamaño grandes, medios y pequeños.

16.1.5. Vernalización de los bulbos: para inducir florecimiento.

- La exigencia de T°C depende de la variedad.

- Generalmente 8-10 C° por 60 días

- Algunas variedades producen semillas sin necesidad de vernalización.

16.1.6. Tratamiento de bulbos

PCNB: 1.5 Kg/litro de agua inmersión por 5 minutos

Malathion: insectos plagas

Thiabendazole: fungicida.

16.2 Producción de semillas

16.2.1. Siembra de los bulbos:

- En regiones frías y secas (Tenerife)

16.2.2. Floración: depende de la temperatura

T°C entre 4,5°C - 14°C induce floración

16.2.3. Maduración de las semillas.

16.2.4 Cosecha: Cuando la umbra presenta 10% de semillas maduras expuestas.

16.2.5. Beneficiamiento.

- Trilla

- Limpieza

- Secado

- Almacenamiento

Rendimiento: 300 - 1.000 kg/ha.

1 gramo de semilla: 250 - 350 semillas.

Bibliografía

BREWSKER, J.L. The physiology of the onion. Hort. Abstracts 47 (1): 17-23, 1977

BREWSKER, J.L. The physiology of the onion. Hort. Abstracts: 47 (2): 103-112, 1977

BUSO, J.A. Produção de sementes de cebola. Brasília, EMBRAPA/CNPQ, 1981. 14p. (I Curso de Produção e Tecnologia de Sementes de Hortícolas, Brasília, 1981).

BUSO, J.A. Estimativas de parámetros genéticos de caracteres de planta e bulbo de cebola (*Allium cepa* L.). Piracicaba, ESALQ, 1978. 132p. (Tese Mestrado).

COSTA, C.P. Melhoramento de cebola (*Allium cepa* L.) de dias curtos para sistema de cultivo. Piracicaba, ESALQ, 1978. (Tese de Livre-Docência).

DAWAR, B.B., PATIL, A.V. & SONGNE, H.N. A trypsin resistant glossy selection in white onions. Res. J. Mahatma Phule Agric. University, 6 (2): 152-3, 1975.

DÍAS, M.S. & COSTA, C.P. Programa de melhoramento de cebola (*Allium cepa* L.) em andamento no setor de melhoramento de hortícolas. Instituto de Genética de ESALQ/USP. Piracicaba, ESALQ, sd 6p.

DÍAS, M.S. & COSTA, C.P. Eficiência de um ciclo de seleção massal contra floreci-

mento prematuro no variedade de cebola Barreiros. Rel. Cient. Inst. Genet. ESALQ, Piracicaba, 1967. p. 81-3.

DÍAS, M.S. Transferencia de genes de variedades de dias longos para variedades de dias curtos em cebola (*Allium cepa* L.). Rel. Cient. Inst. Genet. ESALQ, Piracicaba, 1970. p.46.

JONES, H.A. Inbreeding and heterosis and their relation to the development of new varieties of onions. Washington, Department of Agriculture, 1944. 26p. (Technical Bulletin, 874).

JONES, H.A. MANN, L.K. Onions and their Allies. New York, Leonard Hill, 1963. 266p.