
LA MODIFICACION DE LA CALIDAD DE LAS HORTALIZAS DEBIDA A LA INFLUENCIA DE LA VARIEDAD Y DEL MEDIO AMBIENTE EN EL CUAL SE CULTIVAN

R. E. LARSON

Con mucho gusto acepté la invitación del Profesor Efraím Hernández X. para hablar ante esta distinguida audiencia. Su invitación daba cabida a una gran variedad de tópicos para mi plática y después de algunas consideraciones, he seleccionado para tema de esta noche una revisión de los "Factores que influyen en la expresión de la calidad de algunas hortalizas".

Sin duda ya se habrán dado ustedes cuenta de que mi español es muy pobre y respetuosamente les pido paciencia. Si a lo largo de mi disertación hay algunos puntos oscuros, trataré de aclararlos al final, mediante la ayuda de un traductor.

En mi condición de horticultor y genetista, voy a tratar de describir la forma en la cual varias características de calidad en el jitomate, el melón, el maíz dulce, la zanahoria, la cebolla y en algunas otras hortalizas, pueden ser modificadas debido a la interacción entre la constitución genética de la planta y los factores ambientales. Igualmente, ilustraré la necesidad de tener presentes estas interacciones, cuando se desea interpretar los resultados de los programas de mejoramiento genético y de las investigaciones sobre prácticas culturales, manejo y almacenamiento, etc.

Dentro de cada cultivo de importancia económica, existen variedades cuyas diferentes constituciones genéticas se expresan como características morfológicas, químicas y fisiológicas. Sin duda muchos de ustedes tienen conocimientos de Genética y de la aplicación de sus principios al mejoramiento de las plantas y de los animales. Permítanme hacer una breve revisión para beneficio de aquellos que hayan olvidado algo de los fenómenos genéticos.

En cada una de las células animales o vegetales, existe un núcleo en el cual están contenidos los cromosomas el número de cromosomas es específico para cada una de las especies vegetales o animales. Las propiedades físicas y químicas de los cromosomas son poco conocidas específicamente; sin embargo, se sabe que éstas confieren a los cromosomas características extraordinarias, a saber, la habilidad de la autoduplicación y el gobierno de los procesos específicos en las células. Se sabe que un grupo de compuestos conocidos como nucleoproteínas desempeña un papel importante en la estructura cromosómica pero la forma en la cual estas moléculas complejas gobiernan la producción de otras moléculas exactamente iguales a ellas y cómo se regulan las reacciones tan específicas que ocurren en la célula, son problemas de investigación actual y del futuro. Los cromosomas contienen unidades determinantes de la expresión de los caracteres. A estas unidades se las conoce como genes. Los genetistas han estimado que las diferentes clases de genes en la mayor parte de los organismos, se encuentran presentes por centenares y aún por millares. Estos genes determinan, por ejemplo, si un individuo será alto, si tendrá ojos de color café, si será calvo y si tendrá diferentes habilidades. Por esta razón se tienen pruebas de aptitud.

Sin embargo, el gene por sí solo únicamente determina una potencialidad cuya expresión depende del medio ambiente en el cual el gene desempeñe sus funciones. Dado que las plantas y los animales, en términos generales, viven en un medio ambiente relativamente uniforme, el significado de la afirmación anterior no siempre es inmediatamente evidente. Unos ejemplos me ayudarán a aclarar este punto. El talento musical en los humanos es hereditario. Sin embargo, el que una persona se transforme en un concertista dependerá, no sólo de su constitución genética, sino también del medio ambiente adecuado, el cual en este caso está representado por el estudio y el esfuerzo desarrollado. En el jitomate el color rojo se hereda como dominante simple. Sin embargo, si las temperaturas durante el crecimiento exceden de 30 grados centígrados, el pigmento llamado licopina, responsable del color en una variedad de frutos rojos, no se produce y el color resultante es un color anaranjado, debido a la persistencia del pigmento caroteno.

La mayoría de los caracteres genéticos que han sido estudiados intensamente son de herencia simple, es decir, son gobernados por uno, por dos o por tres genes y la expresión de estos caracteres puede clasificarse sin

dificultad. Como se mencionó anteriormente, el color rojo de la pulpa del jitomate se hereda como simple dominante R y la segunda generación de una cruce con frutos amarillos, puede clasificarse claramente en la proporción de tres plantas de fruto rojo y una planta de fruto amarillo. Posteriormente trataré más ampliamente sobre este asunto.

Otras características se heredan en una forma más compleja, cuando están gobernadas por un conjunto numeroso de factores genéticos y los miembros de la generación segregante no pueden clasificarse en clases diferenciales de naturaleza discreta. A este tipo de herencia se la conoce como herencia cuantitativa y como ejemplos típicos de ella se pueden citar a la precocidad en la maduración, la productividad, el tamaño de los frutos, el vigor de las plantas, etc.

En muchos casos existen genes simples determinantes de la expresión de una característica básica, pero es evidente la acción o presencia de factores modificadores, los cuales alteran la expresión del carácter en cuestión, en un grado mayor o menor. Si usamos nuevamente a la planta de jitomate como ejemplo, encontramos que aún cuando el color de la pulpa en todas las variedades de fruto rojo es debida a un solo factor dominante, existen diferentes intensidades del color rojo en diferentes variedades.

Con relación al medio ambiente, puede decirse que cuando una variedad cultivada, cuya reproducción es por semilla, se introduce a una nueva región generalmente se espera que las características de la variedad se mantengan constantes bajo una diversidad de condiciones ambientales. Aunque lo anterior es verdad hasta cierto punto, constantemente podemos observar expresiones diferenciales de un carácter dado, debidas a la acción de diferentes niveles de fertilidad a los cuales la variedad puede quedar expuesta. Además del aspecto de nutrición, existen otros factores ambientales, los cuales pueden alterar la expresión de las características normales de una variedad. Estas influencias externas frecuentemente son muy complejas y difíciles de regular. Las más frecuentemente estudiadas son: la temperatura, la intensidad de la luz, la duración del fotoperíodo y la humedad del suelo y del aire. Por la limitación del tiempo, no podré entrar en una discusión detallada, pero haré una exposición general con el objeto de señalar la importancia que tienen sobre la expresión genética. Existe un gran número de ejemplos clásicos en el estudio de las relaciones genético-ambientales hechos con *Drosophila* y con otros insectos y microorganismos. Sin embargo, confinaré mis ejemplos a algunas características de plantas hortícolas. Para aquellos interesados, me permito sugerir consulten el trabajo de L. R. Richardson *et al*,²³ sobre "La influencia del Medio Ambiente en la Composición Química de las Plantas".

Antes de entrar a la discusión de cultivos específicos, deseo hacer notar que mi concepto de calidad alimenticia está basado en aquellos factores que influyen en la aceptación del producto por parte de los consumidores, tales como el tamaño, la forma, el color el sabor y la textura. Sin embargo, haré también referencia a otros aspectos de calidad, especialmente en términos de la acumulación de caroteno y de ácido ascórbico en diversos órganos de las plantas.

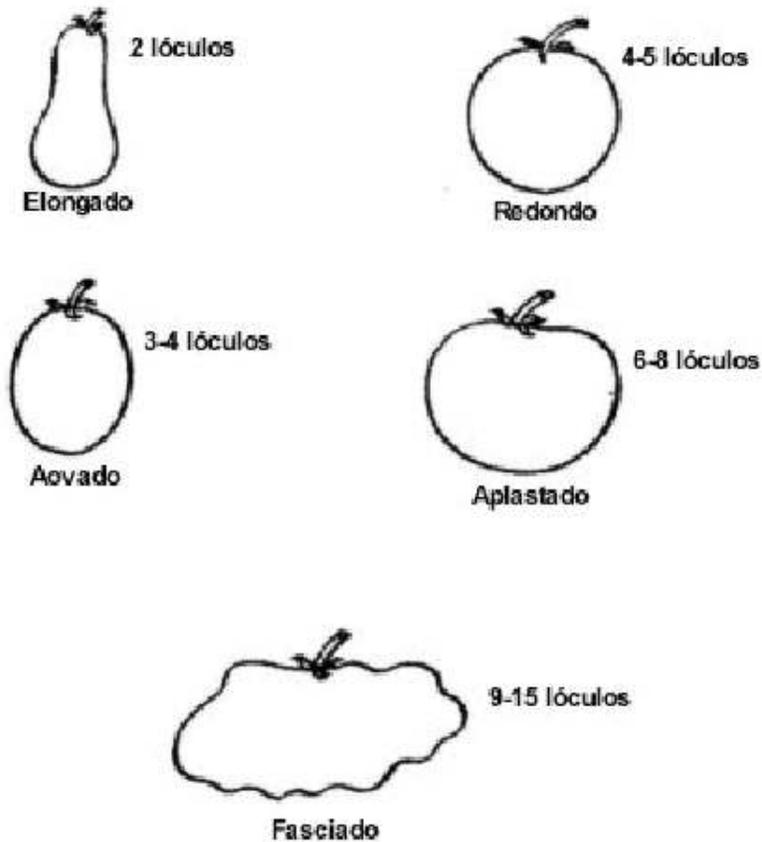
Jitomate

El color de los frutos maduros está determinado por factores genéticos, los cuales gobiernan el color de la pulpa y de la epidermis. Un solo par de factores Y-y determina si la epidermis será transparente o pigmentada de amarillo. La expresión de la coloración de la pulpa depende de dos pares de factores, R-r para el color rojo y T-t para el color anaranjado (mandarina) de la pulpa. La combinación de los tres pares de factores dará ocho diferentes colores de fruto, desde el rojo intenso al rosado, al amarillo, al anaranjado hasta el incoloro o crema. Lerosen y colaboradores¹⁵ estudiaron la herencia de los genes responsables de los cuatro colores principales en el jitomate, a saber RY Ry, rR, ry, y encontraron que el color de la epidermis se debe a un pigmento el cual se produce bajo la influencia del gene Y en condición dominante. Este pigmento no se forma en la condición homocigótica recesiva yy. La producción de licopeno en la pulpa del fruto está gobernada primordialmente por el gene R en condición dominante. El doble recesivo rr resulta en la coloración amarilla de la pulpa, debido a la ausencia total de licopeno. Las plantas de constitución rr (doble recesivo) producen una cantidad apreciable de caroteno y xantofila, pero la cantidad producida aumenta 10 veces con la presencia de R dominante. Según se mencionó anteriormente, se sabe que hay otros factores genéticos los cuales influyen en la intensidad del color del fruto. Esto ha sido descrito por Fleming y Myers¹⁰ y también por Denisen,⁶ quienes encontraron que bajo condiciones de cultivo similares, las variedades Rutgers, Marglobe y U.S. 24 poseían un color rojo brillante, mientras que la variedad Pritchard tenían un color rojo más apagado, a pesar de que todas estas variedades son del genotipo RR dominante.

Las condiciones ambientales también pueden influir en la intensidad del color del jitomate. La luz y la temperatura pueden ser factores limitantes para la producción de pigmentos. Sin embargo, en muchos

experimentos, los efectos de la luz y de la temperatura se confunden y es difícil individualizarlos, de tal manera que se dificulta llegar a conclusiones definitivas con relación a cada factor. Frutos de jitomate de genotipo *RRYY* han sido producidos encerrándolos en bolsas de papel negro para excluir la luz completamente. Estos frutos fueron de tamaño reducido, no contenían pigmento amarillo en la epidermis y eran completamente blancos en la superficie. En el interior observó una coloración rosada pálida, indicativa de una pequeña cantidad de licopeno. Este experimento no ha sido duplicado y es muy probable que la temperatura de los frutos envueltos en la forma descrita, era lo suficientemente alta como para producir la destrucción del licopeno. Vogele³¹ ha determinado que una temperatura de 24 grados centígrados, es la óptima para la formación de licopeno en el fruto de jitomate. Cuando las temperaturas son mayores de 32 grados centígrados, no se forma licopeno y únicamente se forma el caroteno, produciéndose frutos de color amarillo brillante. Si los frutos se exponen a temperaturas de 40 grados centígrados, permanecen en el color verde, sin producir ningún otro color.

Jitomate Formas del Fruto



La forma del fruto del jitomate es un carácter hereditario, al igual que lo es el tamaño del fruto. Sin embargo, ambos caracteres pueden ser modificados notablemente por la influencia de condiciones ambientales. El cuello constreñido en los frutos de forma de pera se hereda como simple recesivo *o*. El cuello constreñido se produce

debido a la estrechez del tubo de la corola, el cual impide el desarrollo de la parte del fruto cercana al pedúnculo. Esta misma situación puede inducirse artificialmente atando un cordón fino alrededor de la base del ovario. Si la corola en los frutos con el doble recesivo *oo* se remueve durante los primeros estadios de desarrollo del ovario, se obtendrán frutos de forma ovalada o aún redonda en plantas que normalmente producirían únicamente frutos en forma de pera.

El número de lóculos es un componente importante de la forma del fruto. De acuerdo con Powers *et al* ²¹ el número de lóculos en el fruto de jitomate esta determinado por lo menos por tres genes mayores. Diferentes combinaciones de estos genes dan por resultado tres formas de frutos diferentes, a saber, redondo, achatado y aovado. Las formas de pera o de ciruela, generalmente son de dos lóculos, los frutos redondos tienen en gran proporción de tres a cuatro lóculos por fruto y los frutos aplastados generalmente tienen cinco o más lóculos. Dennett y Larson ⁷ han estudiado la herencia de la forma del fruto, del número de lóculos y del color del tallo en plantas derivadas de una cruce entre *L. esculentum* y *L. peruvianum*, en la cual un solo gene pleiotrópico (gene responsable de la expresión de dos caracteres) o dos genes ligados muy estrechamente, se consideraron responsables del gobierno de la forma del fruto y del número de lóculos. El símbolo *ol* se adscribió a este gene (o genes). El dominante *Ol* produce frutos redondos o achatados con pocos lóculos, mientras que el recesivo *ol* produce frutos ovalados o planos y con muchos lóculos. Esta situación es contraria a la encontrada en poblaciones provenientes de cruces *intra-esculentum*, en donde algunos informes anteriores indican que un solo par mayor de factores y una serie de alelomorfos múltiples son responsables de la expresión de la forma, mientras que el número de lóculos depende de la acción de factores múltiples para su expresión. Las pruebas de alelormofia de los genes mayores determinantes de la forma del fruto *o* y *ol*, han mostrado que probablemente los dos son alelomorfos. Ambos están ligados con *d*, responsable del enanismo en las plantas y pertenecen al grupo de ligamiento factorial No. 1.

Otros genes también modifican la forma del fruto. Por ejemplo, un factor simple *t* en condición recesiva, causa la producción de frutos fasciados. Estos frutos tienen siete o más lóculos, una cicatriz grande en la parte apical y son de forma aplanada y arrugada. Como ejemplo de este tipo de fruto se puede citar a la variedad "Beefsteak". La fasciación del ovario también puede producirse por alteraciones del medio ambiente. La polinización deficiente, debida al efecto de bajas temperaturas, generalmente da por resultado frutos deformes, en variedades de fruto redondo. Se han hecho bastantes investigaciones sobre la fructificación en el jitomate, las cuales han mostrado la necesidad de que las temperaturas nocturnas, durante el período de floración, se mantengan entre quince y veinte grados centígrados. Abajo de quince grados centígrados la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico se reducen considerablemente y la fertilización de los óvulos no se efectúa. Arriba de veinte grados centígrados, el polen no germina y puede destruirse. Como es sabido, es posible producir frutos de jitomate sin semilla, mediante la aspersión sobre las flores de hormonas sintéticas para la fructificación. Los frutos sin semilla también se producen por la influencia de la hormona contenida en el polen, aun cuando éste no llegue a fertilizar a los óvulos. Ya sea que los frutos sin semilla se produzcan artificial o naturalmente, el resultado frecuente es la obtención de frutos deformes. Si el productor no está al tanto de la situación, puede atribuir los frutos deformes a impurezas de la variedad sembrada, cuando la realidad es que esta condición puede ser debida a factores ambientales.

La manera en que se hereda el contenido de ácido ascórbico en el jitomate, se desconoce. Sin embargo, se sabe que existen diferencias en contenido las cuales son hereditarias y este hecho ha sido estudiado por Maclinn, Fellers y Buck y también por Reynard y Kanapaux, ²² quienes encontraron diferencias muy notables entre variedades. Los autores mencionan dos en segundo término, informaron que algunas líneas de *L. peruvianum* tenían un contenido promedio de 62.7 miligramos por 100 gramos de peso fresco, mientras que en frutos de *L. pimpinellifolium* el promedio fue de 46.5 miligramos y en líneas de *L. esculentum* el contenido fue de sólo 15.2 miligramos. La amplitud de la variación dentro de cada especie, fue aproximadamente del ochenta por ciento. Cuando se compararon variedades comerciales, se obtuvieron altamente significativas, según se muestra en seguida:

Variedad	Mg. por 100 gr. de peso fresco	No. de determinaciones
Summerset	21.5 ± 1.8	8
Rutgers	17.7 ± 1.3	7
San Marzano	16.1 ± 1.5	6
Stokesdale	15.1 ± 2.4	8

Pearson	12.6 ± 2.9	5
Bonny Best	11.2 ± 1.6	7
L.S.D.	2.0	

Los Híbridos F₁ entre líneas de fruto pequeño con alto contenido de ácido ascórbico y líneas de frutos grandes de bajo contenido del mismo, mostraron un contenido intermedio de ácido ascórbico. Las poblaciones F₂ de estas cruza segregaron hacia los tipos de los progenitores, con relación al contenido de ácido ascórbico. Currence⁵ estudió el ligamiento factorial y encontró indicaciones de que los genes que afectan el contenido de ácido ascórbico pueden estar asociados con los genes responsables del tamaño del fruto. Currence sugiere la posibilidad de que dos genes mayores y uno menor, no dominantes, produjeron la segregación en el contenido de ácido ascórbico observado.

El contenido de ácido ascórbico en el jitomate varía considerablemente de acuerdo con determinadas condiciones ambientales, tales como: localidad, estación y luz. Sin embargo, y de acuerdo con las investigaciones de Richardson,²³ el único factor ambiental cuya influencia ha mostrado ser decisivo, en repetidas observaciones, en el contenido de ácido ascórbico en los frutos y en los tejidos foliares de las plantas es la luz y la importancia de la influencia de la localidad y de la estación aparentemente es el reflejo de las diferencias de luz debidas a estos factores. Hammer, Bernstein y Maynard¹¹ cultivaron jitomates usando arena y soluciones nutritivas y a la intemperie. Algunas plantas recibieron la radiación solar normal y otras fueron sombreadas con tela, de tal manera que la intensidad de la luz se redujo en un setenta y cinco por ciento en los días soleados. Los frutos producidos al sol tuvieron un contenido promedio de 25.8 miligramos de ácido ascórbico por cien gramos de peso fresco. Mientras que en aquéllos producidos a la sombra, el contenido promedio fue de solo 15.5 miligramos. Resultados semejantes fueron obtenidos por Ezell y colaboradores⁹ y por Robinson,²⁵ en investigaciones efectuadas con la fresa. Ellos encontraron que aquellas plantas expuestas únicamente al sesenta por ciento de la radiación solar total durante dieciséis días, tuvieron un contenido menos, en un treinta y seis por ciento, de ácido ascórbico en comparación con las plantas que recibieron la cantidad normal de luz. Robinson determina que para que ocurra la reducción en el contenido de ácido ascórbico, es necesario que toda la planta de fresa quede en la sombra y sólo se sombrea los frutos, éstos no sufren reducción en su contenido de ácido ascórbico. Este no es el caso en el jitomate, en donde Wokes y Organ³⁴ y Somers y Hammer y Kelly³⁰ encontraron que la iluminación directa del fruto es indispensable para que aumente el contenido de ácido ascórbico del mismo. Estos resultados nos permiten hacer especulaciones bastante interesantes sobre cuales deben ser los atributos de calidad de un determinado producto vegetal. Por ejemplo en el caso del jitomate, el color del fruto es un factor muy importante para establecer la norma de calidad de esta hortaliza. Mientras más intenso es el color, se considera más alta la calidad. Ahora bien, para que se produzca el color rojo intenso, se requieren no sólo la base genética adecuada, sino el ambiente que permite la expresión del potencial genético. Esto significa que los frutos deben estar debidamente sombreados por el follaje, dado que la luz directa sobre los frutos produce temperaturas lo suficientemente altas para destruir el pigmento licopeno y consecuentemente se produce un color indeseable en el fruto. Por otro lado tenemos el hecho de que los frutos sombreados sólo acumulan cantidades reducidas de ácido ascórbico y consecuentemente tienen un menor valor nutritivo. Los jitomates se compran tomando en cuenta su color y debido a esto, es obvio tanto para ustedes como para mí, cuál es el factor de calidad que seguirá recibiendo el máximo de atención.

Scott y Walls²⁹ han encontrado que la proporción del contenido de ácidos y de azúcar en los jitomates, está estrechamente ligada con las pruebas organolépticas relativas a la dulzura y a la acidez de los frutos. El jugo con un alto contenido de azúcar, con relación a la riqueza en ácidos, se encontró dulzón y sin un sabor fuerte, con la tendencia a faltarle el sabor *sui-generis* del jitomate. Se encontraron diferencias notables en la proporción de azúcares a ácidos, en diferentes variedades. Los frutos inmaduros poseen un contenido menor de azúcares a pesar de que tarde o temprano pueden cambiar de color. El cambio de color, no necesariamente significa un aumento en el contenido de azúcares especialmente en el caso de frutos que se cortan verdes y cuya maduración ocurre bajo condiciones artificiales. Rosa²⁶ informó que en los frutos de las variedades *Earliana* Stone, y *Globe* cuando se cortaron verdes y se les hizo madurar artificialmente, el contenido de azúcar fue sólo ligeramente mayor en comparación a los frutos verdes y mucho menor que en aquellos frutos cuya maduración ocurrió en forma natural, es decir, adheridos a la planta. Sin embargo, en el caso de la variedad *Globe*, el contenido de azúcar de los frutos madurados artificialmente se aproximó bastante al contenido en los frutos madurados en la planta, no sucediendo así con los frutos de las otras dos variedades. De lo anterior se desprende el hecho de que los frutos de algunas

variedades conservan su buen sabor cuando han madurado bajo condiciones artificiales, mientras que los frutos de otras variedades pierden sabor, bajo las mismas circunstancias. Posteriormente Sando²⁷ efectuó análisis de frutos verdes, rosados y madurados en la planta y encontró que aquellos frutos cosechados verdes y madurados en un cuarto común, poseen un menor contenido de azúcar y son más ricos en ácidos orgánicos que en el caso de los frutos cuya maduración ocurre en condiciones naturales en la planta.

Saywell y Cruess²⁸ han usado el índice de refracción para calcular el contenido de sólidos totales en la pulpa del jitomate. El contenido de sólidos totales de una variedad dada, cuyo crecimiento ha ocurrido en un ambiente fresco y brumoso, es mayor que cuando la misma variedad crece en un clima más seco y más caliente. El contenido de sólidos varía durante la estación de crecimiento y generalmente es mayor en el otoño, cuando la producción se efectúa durante el verano. Cuando el abastecimiento de agua durante el crecimiento de la planta es reducido, el contenido de materia seca se eleva. Una gran variación en el contenido de materia seca de los frutos se puede observar entre plantas adyacentes y aún dentro de la misma planta. Existen diferencias notables también entre variedades. Sin embargo, se debe hacer notar que algunas variedades en forma persistente producen frutos con mayor proporción de materia seca que otras. Estas diferencias se acentúan cuando se presentan condiciones de sequía. En general, el contenido de sólidos en los jitomates puede variar entre el seis y el ocho por ciento, pero cuando las condiciones ambientales varían drásticamente, la variación puede ser del cinco al nueve por ciento.

Melón

En los programas de mejoramiento genético del melón, en el cual el sabor es de gran importancia, tropezamos al igual que todos los fitogenetistas, con el problema de tener que evaluar miles de frutos de melón en un período relativamente corto. El probar los primeros melones de la temporada nos causa deleite y placer, pero para el atardecer de nuestro primer día de selección, el placer, ya no es tan intenso y para el final de la primera semana, el estómago simplemente se nos rebela ante la perspectiva de tener que seguir probando melones para evaluarlos. Afortunadamente para el fitogenetista, se ha logrado determinar experimentalmente que el porcentaje de sólidos solubles contenidos en el jugo de un melón, está directamente correlacionado con su aceptación por el consumidor.⁴ Los sólidos solubles en el jugo están representados principalmente por azúcar y para el gusto del consumidor, mientras más dulce sea un melón, es mejor. En la actualidad el sabor o la aceptación de los melones se mide a través del índice de refracción del jugo, con la ayuda de un refractómetro de mano (Zeiss o Bausch & Lomb). Estos estudios han mostrado diferencias marcadas entre los índices de refracción de diversas variedades, con una variación del 6 al 17 por ciento entre ellas. Sin embargo, la variación dentro de una variedad dada puede también ser muy amplia, dependiendo del vigor de la planta y de las condiciones de temperatura. Los frutos producidos por plantas que han sufrido defoliaciones debidas al ataque de insectos o de enfermedades, o cuyo follaje es raquítico por razones de nutrición, tendrán un contenido bajo de sólidos solubles y consecuentemente su sabor y su calidad será pobre. Las temperaturas nocturnas altas también tienden a reducir la acumulación de sólidos solubles y a propiciar la producción de frutos de mala calidad.

Los melones también se juzgan por su apariencia externa, es decir, los consumidores asocian la presencia de una red abundante con la alta calidad. Hemos podido observar que dentro de las variedades de red abundante, esta asociación de caracteres es fundamentalmente correcta. Pero cabe hacer notar aquí, que algunas variedades que nunca producen red abundante son, sin embargo, de calidad excelente.

Con cierta frecuencia nos llegan preguntas de parte de horticultores tanto aficionados como comerciales, en el sentido de que si los melones que crecen cerca de los pepinos podrán cruzarse recíprocamente y en consecuencia tener melones con sabor a pepino. Hasta donde sabemos, no ha sido posible aún cruzar con éxito estas dos especies y por lo tanto nos vemos obligados a contestar estas preguntas con la mayor diplomacia posible, en el sentido de que aparentemente las plantas de melón han sufrido una defoliación más o menos intensa y que los frutos producidos por ellas tendrán un sabor parecido al del pepino, independientemente de que los melones estén creciendo junto a matas de pepino o a una distancia de 10 kilómetros de la plantación de pepino más cercana.

Maíz dulce

Las componentes de la calidad en el maíz dulce son muchas y variadas. Entre ellas tenemos: la dulzura, el color del grano y su consecuente asociación con el contenido de caroteno, la dureza del pericarpio, el tamaño del grano y el color de los estilos o cabellos del elote.

El maíz dulce es, fisiológicamente, una forma de maíz incapaz de completar la formación del almidón normal del maíz. El gene *Su* en condición dominante es responsable de la formación de almidón. Los granos dulces tienen la composición *su su su* (triple recesivo) y la condición homocigótica dominante completa da origen al tipo de maíz harinoso comercial. Este caso es único, debido a que la calidad de consumo puede ser cambiada drásticamente por la mutación de un solo gene. Cuando se produce maíz dulce, es muy importante aislar el campo de otros maíces de tipo comercial, debido a que el polen de estos últimos cuando cae sobre los estigmas del maíz dulce produce granos harinosos. Este efecto inmediato del polen se conoce como Xenia y es el resultado de una doble fertilización. Estos efectos inmediatos pueden observarse en cualquiera de las características del endosperma. Así, el color y el contenido de caroteno correspondiente, sufren las mismas modificaciones debidas a la Xenia.

El color del endospermo en las semillas de maíz dulce (principalmente zeaxantina) depende de la acción del gene *Y*, cuyo alelomorfo recesivo se conoce también. Mangelsdorf y Fraps¹⁸ han demostrado la existencia de una correlación directa entre el contenido de Beta-caroteno y el número de genes para la formación del pigmento amarillo en el endospermo.

<i>Composición genética</i>	<i>No. de genes para color amarillo</i>	<i>Color del endospermo</i>	<i>Beta-caroteno mcg / gm.</i>
yyy	0	blanco	0.03
yyY	1	amarillo pálido	1.35
yYY	2	amarillo diluido	3.00
YYY	3	amarillo oscuro	4.50

Existen otros factores hereditarios determinantes del color de la capa de aleurona y del color del pericarpio. Además de estos genes modificadores del color del grano, hay otros factores monorecesivos los cuales dan lugar a una gama de tipos de arrugamiento en el grano. Desde luego, en el caso de un híbrido o de una variedad de maíz dulce, es muy importante que ésta sea de color uniforme. Para un enlatador de maíz dulce, el hecho de que la variación del color del grano le origina pérdidas debidas a una clasificación baja de su producto, no es muy agradable que se diga. El productor de semilla y el agricultor que produce el maíz dulce, pueden lograr un producto de alta calidad mediante la práctica de producir sus cosechas, de semilla o de elote, con aislamiento adecuado, el cual se puede lograr plantando en campos aislados o con diferentes fechas de siembra.

La dureza del pericarpio es de importancia y puede modificarse con cierta facilidad mediante un trabajo cuidadoso de fitomejoramiento, en otras palabras este carácter es hereditario. En forma semejante, el color de los estigmas, un carácter que nada tiene que ver con la calidad de consumo del elote, es hereditario también. La importancia del color de los cabellos del elote radica en el hecho de que para el enlatador es prácticamente imposible eliminarlos de sus productos y por lo tanto, prefiere que sean de color blanco y no de color rojo dado que, según ellos, es menos repulsivo el color blanco para el consumidor, que el color rojo.

Zanahorias

Además de las características morfológicas de las raíces, la calidad de las zanahorias se determina por la intensidad del color, cuya asociación con la riqueza en caroteno es muy estrecha^{12, 20} y por el contenido de sólidos solubles el cual es indicativo de la calidad de consumo.⁸ Hansen¹² y Pepkowitz *et al*²⁰ encontraron diferencias significativas en el contenido de caroteno de diversas variedades.

<i>Variedad</i>	<i>Color</i>	<i>Caroteno Mg / 100 g. peso fresco</i>
Scarlet Horn	Rojo anaranjado	9.6
Danvers Half Long	Anaranjado	8.2
Large Yellow Belgium	Amarillo	2.9

De acuerdo con Barnes¹ la acumulación de caroteno en las raíces es más reactiva dentro del límite de quince a veintiún grados centígrados y arriba o bajo de este rango de temperaturas óptimas, el color es muy pobre. Hansen¹² encontró que la variedad Chantenay cosechada en junio tuvo un contenido de 2.69 mg. por 100 gr. de peso fresco, mientras que en las zanahorias de la misma variedad cosechadas en diciembre, el contenido de caroteno fue de 10.31 mg., lo que significa un incremento de casi cuatro veces en caroteno. No se observó ningún incremento en el contenido de caroteno después de la cosecha de diciembre.

Pepkowitz y sus colaboradores²⁰ encontraron que, bajo las condiciones del Estado de Rhode Island, las zanahorias de diferentes variedades mostraron un incremento constante en el contenido de caroteno hasta 90 días después de la siembra, pero a partir de este límite, el contenido decreció. La causa de este momento se atribuyó a la iniciación de los primordios florales.

Se ha observado que la semilla de zanahoria producida por productores especializados y dignos de confianza, frecuentemente produce una cosecha de alta calidad en una estación y durante la siguiente la calidad deja mucho que desear. Ellis⁸ en su deseo de producir semilla de raíces seleccionadas por su alto contenido de sacarosa, índice de calidad, encontró que las raíces seleccionadas por su buena calidad se pudrían en el campo y consecuentemente no reducían semilla, mientras que las raíces de calidad inferior sobrevivían mejor y producían semilla.

Contenido de sacarosa %	Supervivencia de la raíces %
10	63
11	30
12	15
13	16
14	11

Cebolla

En forma muy breve, deseo presentar un ejemplo muy interesante de herencia, la del color de los bulbos y su relación con la resistencia a las enfermedades.

El color de las cebollas es la resultante de la interacción de tres factores;³ un gene recesivo *c* para la falta de color y su aleomorfo dominante *C*, cuya presencia permite la expresión del color de los bulbos; otro par de aleomorfos gobierna la expresión diferencial del color, *R* dominante produce el color rojo y el recesivo *r* causa la coloración amarilla. La acción del gene dominante *R* sólo puede expresarse cuando el dominante *C* está presente, de tal manera que la composición *CR* corresponde a un bulbo de color rojo; *C rr* a uno de color amarillo y *ccR* al bulbo de color blanco. Existe además otro gene *I*, el cual es un inhibidor de la expresión del color y cuando presente en condición dominante los bulbos serán blancos, mientras que el recesivo *i* permite la expresión del color. De tal suerte que cualquier genotipo que contenga el gene *I* en condición dominante será de color blanco. Un punto interesante en este caso, es el hecho de que los bulbos de color poseen una alta resistencia al tizón^{19, 24} de la cebolla, producido por el hongo *Colletotrichum circinans*, mientras que los bulbos blancos son susceptibles. Esta resistencia proviene de la presencia en los bulbos de color, de compuestos químicos cuya acción resulta en la inhibición del patógeno responsable del tizón. Estos compuestos químicos tienen relación con la producción del pigmento y consecuentemente los bulbos blancos, de genotipo recesivo, al no contener ni el pigmento ni los compuestos químicos de resistencia, son altamente susceptibles al ataque de la enfermedad.

De paso, podemos mencionar que una característica de calidad muy importante en la cebolla es el sabor picante o pungente, y la cual es apreciada por algunos y detestada por otros. La pungencia se modifica notablemente en respuesta a la influencia de las condiciones ambientales, por ejemplo, el sabor de las cebollas es

muy picante cuando las cebollas se producen en suelos turbosos del tipo "Muck" y son dulces cuando el suelo es arenoso; las temperaturas altas tienden a favorecer un sabor picante; las aplicaciones de azufre al suelo, resultan en una pungencia mayor y el mismo resultado se tiene si las cebollas se producen bajo condiciones de sequía. Sin embargo y a pesar de la influencia del ambiente, existen variedades cuya pungencia es hasta tres veces mayor que las de otras variedades producidas en las mismas condiciones de clima y suelo.

La relación entre el color del bulbo, la pungencia y la resistencia al ataque de las enfermedades, ha sido estudiada también por Owen, Walker y Stahmann.¹⁹ Estos investigadores encontraron que las variedades de color son altamente resistentes al tizón (*Colletotrichum circinans*); las variedades de sabor picante mostraron una alta resistencia al ataque del *Botrytis alli*, responsable de la pudrición del cuello del bulbo y que las variedades de bulbo blanco son las más resistentes al moho negro, producido por el *Aspergillus nigra*. Esto se muestra en la siguiente tabla.

Color	Variedad	Sabor	Índice de enfermedades ^{3,4}		
			Pudrición del cuello ¹	Tizón ²	Moho negro ²
Blanco	White Sweet Spanish	Dulce	67.3	61.3	2.9
	Southport White Globe	Picante	45.6	50.6	2.0
Rojo	Italian Red	Dulce	64.5	14.7	10.1
	Southport Red Globe	Picante	32.9	6.8	9.1
Amarillo	Utah Sweet Spanish	Dulce	61.3	13.3	12.2
	Yellow Globe Danvers	Picante	23.5	1.4	12.3

¹ Cinco inoculaciones con el patógeno.

² El suelo estaba infestado con esporas del tizón y del moho negro.

³ Lectura alta = máxima susceptibilidad; lectura baja = máxima resistencia.

⁴ Riego de aspersión por dos horas cada noche, durante setenta noches seguidas.

La madurez es otro factor al cual se debe poner la debida atención, especialmente cuando se hacen evaluaciones comparativas de frutos o partes vegetativas, en lo referente a su contenido de ácido ascórbico o de caroteno. Pepkowitz y sus colaboradores²⁰ determinaron que el contenido de ácido ascórbico en frutos de Chile de la variedad Oshkosh varió de 49.9 mg/100 g. en los frutos pequeños, a 80.5 en los frutos de tamaño mediano y hasta 115.5 miligramos en los frutos de tamaño grande. También observaron que el proceso de maduración completa, es decir, el cambio de color del verde al rojo, trae aparejado un aumento de ácido ascórbico, desde un promedio de 136.1 mg/100 gr. en los frutos verdes de todas las variedades probadas, hasta un promedio de 202.5 mg/100 g. en los frutos rojos. Resultados similares han sido obtenidos por Lantz¹⁴ y por Beckley y Notley.²

Pepkowitz *et al*²⁰ encontraron que en las variedades de chícharo cosechadas en el estado óptimo de madurez, desde el punto de vista de la textura el contenido de almidón y el sabor y el contenido de ácido ascórbico fue, en promedio, de 36.5 mg/100 g., mucho más alto que el contenido en los chícharos cosechados cuando ya su madurez óptima había pasado. En este caso la riqueza de ácido ascórbico tan sólo fue de 23.1 mg/100 g. en promedio. Mack, Tressler y King¹⁶ encontraron el mismo fenómeno en sus estudios con el chícharo e interpretaron la reducción en la concentración del ácido ascórbico como debida a una concomitante acumulación de carbohidratos en la semilla, durante su proceso de maduración.

Diversos investigadores han mostrado que la riqueza de caroteno de las hojas, de las raíces y del tallo, se incrementa considerablemente con la edad de la planta, hasta el límite fisiológico que representa la iniciación de la

floración (zanahoria, maíz, soya) o la formación del fruto. En muchos cultivos de importancia económica, el contenido de caroteno de los frutos inmaduros sufre un incremento rápido durante la madurez. Esto ha sido estudiado en el chile, el jitomate, el mango y las naranjas. Por ejemplo, Pepkowitz y sus colaboradores²⁰ han encontrado que los frutos verdes maduras de chile en promedio contienen 0.4 mg/100 gr. mientras que el contenido promedio en los chiles rojos es de 13.1 mg/100 gr. No se determinó si esta variación tan amplia es función del grado de madurez indicado por el cambio en la intensidad del color rojo, pero se sospecha de que éste sea el caso, dada la frecuente asociación de estos factores.

En la zanahoria se encontró que el contenido diferencial de caroteno en diversas variedades está asociado con la intensidad del color anaranjado también ha podido determinarse que el caroteno aumento continuamente hasta el momento en el cual se inician los primordios florales y que el grado de asociación entre el tamaño medio de la zanahoria y el contenido de caroteno entre las diferentes variedades, está correlacionado negativamente ($r = -0.861$). Por lo consiguiente, esto implica que la mayor concentración de caroteno se espera en las zanahorias más grandes, dentro de las variedades de tamaño pequeña, tal como en el caso de la Danvers Half-Long y por el contrario el contenido de caroteno será bajo en las zanahorias más pequeñas de las variedades de tamaño grande como la Hutchinson.

Ejemplos similares de la influencia que ejercen los factores hereditarios sobre aquellas características de la planta, determinantes de la calidad de consumo, pueden encontrarse para todos y cada uno de los cultivos que el hombre utiliza económicamente. Igualmente hay ejemplos numerosos sobre la influencia del medio ambiente y las modificaciones de la expresión de los caracteres resultantes de las interacciones genético-ambientales. Es mi esperanza que los ejemplos presentados en esta plática hayan servido para destacar en forma clara la necesidad que tiene el fitomejorador de poseer información fundamental sobre las diversas interacciones que entran en juego entre la composición genética por un lado y el hábitat por el otro, para dar como resultado la expresión final de una característica de importancia económica.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ BARNES, W. C. Effects of some environmental factors on growth and color of carrots. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 186. 1936.
- ² BECKLEY, V. A. and V. E. NOTLEY. The ascorbic acid content of sweet peppers. Jour. Soc. Chem. Ind. 62:14-16. 1943.
- ³ CLARKE, A. E., H. A. JONES and T. M. LITTLE. Inheritance of bulb color in the onion. Genetics 29:569-575. 1944.
- ⁴ CURRENCE, T. M. and R. E. LARSON. Refractive index as an estimate of quality between and within muskmelon fruits. Pl. Physiol. 16:611-620. 1941.
- ⁵ CURRENCE, T. M., Harold FOGLE and John F. MOORE. Breeding tomatoes for ascorbic acid content. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 58:245-253. 1951.
- ⁶ DENISEN, ERVIN L. Tomato color as influenced by variety and environment. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51 :349-356. 1948.
- ⁷ DENNETT, R. K. and R. E. LARSON. Inheritance of fruit shape, locule number, and stem color in derivatives of a hybrid of *Lycopersicon esculentum* and *Lycopersicon peruvianum*. Pa. Agr. Exp. Sta. Bull 563. 1953.
- ⁸ ELLIS, N. K. Quality in the Chantenay carrot and its relation to seed production Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 40:536-538. 1912.
- ⁹ EZELL, B. D., G. M. DARROW, M. S. WILCOX and D. H. SCOTT. Ascorbic acid content of strawberries. Food Res. 12:510-526. 1947.
- ¹⁰ FLEMING, H. K. and C. E. MYERS. Tomato inheritance with special reference to skin and flesh color in the orange variety. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 35:609-624. 1937.

- 11 HAMMER K. C., L. BERNSTEIN, L. A. MAYNARD. Effects of light intensity, day length, temperature and environmental factors on the ascorbic acid content of tomatoes. *J. Nutrit.* 29:85-97. 1945.
- 12 HANSEN, E. Variations in the carotene content of carrots. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 46:355-358. 1945
- 13 JONES, H. A., J. C. WALKER, T. M. LITTLE and R. H. LARSON. Relation, of color-inhibiting factor to smudge resistance in onion. *Journ. Agr. Res.* 72 259-264. 1946.
- 14 LANTZ, E. M. The carotene and ascorbic acid contents of pepper. *New Mexico Agr. Exp. Sta. Bull* 306. 1943.
- 15 LEROSEN, A. L., P. W. Went and L. ZECHMEISTER. Relation between genes and carotenoid of the tomato. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 27:236-242. 1941.
- 16 MACK, G. L., D. K. TRESSLER and C. G. KING. Vitamin C content of vegetables. II. Peas. *Food Res.* 1:231-235. 1936.
- 17 MACLINN, W. A., C. R. FELLERS and R. E. BUCK. Tomato variety and strain differences in ascorbic acid (vitamin C) content. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 3 4:543-552. 1937.
- 18 MANGELSDORF, P. C. and G. S. FRAPS. A direct quantitative relationship between Vitamin A in corn and the number of genes for yellow pigmentation. *Sci.* 73:241242. 1931.
- 19 OWEN, J. H., J. C. WALKER and M. A. STAHMANN. Pungency, color and moisture supply in relation to disease resistance in the onion. *Phytopath.* 40:292-297. 1950.
- 20 PEPKOWITZ L. P., R. E. LARSON, J. GARDNER and G. OWENS. The carotene and ascorbic acid concentration of vegetable varieties. *Pl. Physiol.* 19:No. 4:615-626. 1944.
- 21 POWERS, LEROY, L. F. LOCKE and J. C. GARRETT. Partitioning method of genetic analysis applied to quantitative characters of tomato crosses. *U.S.D.A. Tech. Bull* 998. 1950.
- 22 REYNARD, G. B. and M. S. KANAPAUX, Ascorbic acid (Vitamin C) content of some tomato varieties and species. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 41:298-300. 1942.
- 23 RICHARDSON, L. R. Mary SPEIRS and WALTER J. PETERSON. Influence of environment on chemical composition of plants. *South Coop. Series Bull* 36, pp. 5-23. 1954.
- 24 RIEMAN, G. H. Genetic factors for pigmentation in the onion and their relation to disease resistance. *Jour. Agr. Res.* 42:251-278. 1931.
- 25 ROBINSON, W. B. The effect of sunlight on the ascorbic acid content of strawberries *J. Agr. Res.* 78:257-262. 1949.
- 26 ROSA, J. T., Jr., Ripening of tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 22:315-322. 1925
- 27 SANDO, C. E. The process of ripening in the tomato, considered especially from the commercial standpoint. *U. S. D. A. Buld.* 859. 1920.
- 28 SAYWEL, L. G. and W. V. CRUESS. The composition of canning tomatoes. *Univ. Calif. Res. Bull* 545. 1932.
- 29 SCOTT, L. E. and E. P. WALLS. Ascorbic acid content and sugar-acid ratios of fresh fruit and processed juice of tomato varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 50:269272. 1947.
- 30 SOMERS G. F. K. C. HAMMER and W. C. KELLY. Further studies in the relationship between illumination and the

ascorbic acid content of tomato fruits. J. Nutrit. 40: 133-143. 1950.

- ³¹ VOGELE, A. C. Effect of environmental factors upon the color of the tomato and the watermelon. Pl. Physiol. 12:929-955. 1937.
- ³² WENT, F. W. The climatic control of flowering and fruit set. Amer. Natur. 84:161-170. 1950.
- ³³ WITTWER, S. H. The value of a "hormone" spray for overcoming delayed fruit set and increasing yields of outdoor tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51:371380. 1948.
- ³⁴ WOKES, F. and T. G. ORGAN. Oxidizing enzymes and Vitamin C in tomatoes. Biochem Jour. 37:259-265. 1943.

COMENTARIO DE EDUARDO ALVAREZ LUNA

La exposición del Dr. Larson sobre las interacciones entre el medio ambiente y la composición genética de los cultivos hortícolas, determinantes de la calidad, me ha parecido muy clara y bien documentada. Su plática pone de manifiesto la necesidad que tiene el fitomejorador de conocer íntimamente el material con el cual trabaja y las condiciones ambientales en las cuales se va a desenvolver dicho material genético, con el fin de interpretar adecuadamente la expresión de los caracteres de importancia económica.

Deseo aprovechar esta oportunidad para ampliar la exposición del Dr. Larson, con algunos otros casos en los cuales las interacciones genético-ambientales son de gran importancia. En el campo de la nutrición vegetal encontramos ejemplos muy interesantes, tales como los estudios de Pope y Munger con el apio, en el cual encontraron que la susceptibilidad a las deficiencias de Boro y de Magnesio es hereditaria y debida en cada caso a la acción de un solo gene en condición recesiva.* Walker y colaboradores han determinado que la susceptibilidad a la deficiencia de Boro es también hereditaria. La deficiencia produce zonas necróticas en el interior de la raíz, reduciendo drásticamente la calidad. En los cultivos del género *Brassica*, la susceptibilidad a la deficiencia de Molibdeno también es hereditaria Neeman y Goodman, han podido aislar variedades de coliflor, en las cuales la deficiencia se muestra por la característica reducción de la superficie foliar hasta el límite de la nervadura central, dando por resultado el daño típico conocido como "hoja de látigo". Al reducirse el área foliar, la parte comestible, constituida por yemas florales inmaduras, no se desarrolla.

* La deficiencia de estos elementos minerales produce clorosis y pudriciones suaves, las cuales redundan en detrimento de la calidad del producto, al grado de hacerlo no comestible.

Un caso muy interesante es la firmeza del fruto del jitomate. Esta característica ha sido estudiada por Hamson y por Alvarez. Algunas líneas derivadas de cruza entre *Lycopersicon peruvianum*, *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* han mostrado poseer una firmeza muy alta. Esta característica se hereda en forma cuantitativa y está gobernada por un gran número de genes, probablemente más de 10. La razón de la firmeza está basada en una mayor capacidad de absorción de calcio y de producción de pectinas, cuya combinación resulta en un mayor contenido de pectatos en el fruto, los cuales le imparten mayor poder cimentante a las paredes celulares, dando como expresión final un fruto firme y macizo.

Con relación a las interacciones genético-ambientales, cuando se considera al nivel de nutrición mineral como factor ambiental, cabe aquí hacer referencia a la preocupación de F. C. Steward, referente a la posible creación de demandas específicas de nutrición en las plantas cultivadas, debidas al proceso continuo de mejoramiento genético. Steward pudo observar que en el valle de San Joaquín en California, los árboles de durazno presentaban síntomas de deficiencia de zinc, mientras que los álamos nativos de esa región, cuyo germoplasma no ha sido modificado por la mano del hombre, crecían sin dificultad.

Otras interacciones de este tipo, de mucho interés, se tienen en la formación del bulbo de la cebolla, en respuesta a la acción del genotipo, modificada por la duración del fotoperíodo. Debido a esto, se tienen variedades cuyo bulbo sólo se forma con días largos, otros para día corto y otros de tipo intermedio. El hábito bianual en la floración de muchas hortalizas, como la cebolla, el betabel, la col, la zanahoria, etc. es otro ejemplo de interacción genético ambiental. Para que la floración ocurra al 2º año, es indispensable que la planta o parte de ella sufra la inducción térmica necesaria para la diferenciación de las yemas florales. La expresión del carácter bianual es hereditaria y probablemente sea de tipo cuantitativo en algunos casos. En el programa de la sección de horticultura

de la Oficina de Estudios Especiales, S.A.G., se tiene un caso muy interesante relacionado a este tipo de interacción. La variedad de cebolla Cojumatlán, es muy apreciada por sus características de calidad, productividad y adaptación. Como todas las variedades de cebolla, originalmente fue de hábito bianual, pero debido a la necesidad de obtener semilla, y por el desconocimiento de las técnicas necesarias, los agricultores desde tiempo atrás han venido seleccionando aquellas que florecían con facilidad, en respuesta a una inducción térmica limitada. El resultado ha sido que la variedad actual es muy susceptible al efecto de las bajas temperaturas, ya que aún con una exposición reducida a bajas temperaturas, ya que aún con una exposición reducida a bajas temperaturas, la diferenciación de los órganos de reproducción tiene lugar, y al producirse el brote de las inflorescencias, la calidad del bulbo se reduce drásticamente. Como parte de nuestro programa de fitomejoramiento, tratamos de invertir nuevamente el hábito de anual a bianual, pues se considera que existe suficiente diversidad genética en la variedad para garantizar buenas posibilidades de éxito en el proyecto.

Estos ejemplos sirven para reforzar los fines de la exposición del Dr. Larson, es decir, insistir sobre la responsabilidad que tiene el fitomejorador de seleccionar y probar su material antes de atacar un proyecto de fitomejoramiento, en el cual están involucradas características de calidad y cuya expresión pueda ser debida a la interacción entre la composición genética y el medio ambiente. La selección, el mejoramiento y la evaluación final deberán hacerse bajo las mismas condiciones ambientales a las cuales se piense destinar la nueva variedad.

Deseo agradecer a esta Sociedad la oportunidad que me ha concedido de intervenir para comentar en forma breve el importante trabajo presentado por el Dr. Larson y séame permitido felicitar al sustentante por la claridad y por la objetividad de su plática.

COMENTARIO DE RAMÓN COVARRUBIAS

La conferencia sustentada por el Dr. Larson ha sido clara, amena y con acopio de ejemplos citados tanto por él como por el Dr. Alvarez Luna, nos dan una magnífica idea de los factores que se deben tomar más en consideración para controlar la calidad de los productos agrícolas.

Dada mi posición de mejorador de maíz, sólo quiero ampliar un poco el tema refiriéndome tendenciosamente a este mismo cultivo.

El Dr. Larson ha enfatizado la necesidad de aislar los lotes de producción de maíz dulce, cosa que físicamente se puede lograr mediante distancia o fechas de siembra. A manera de información, quiero mencionarles el hecho de que esto se puede lograr también por medios genéticos haciendo un uso adecuado de los factores gametofíticos (ga) y de los factores (I) inhibidores del crecimiento de los tubos polínicos.

Otro punto de interés sobre el que considero se debería llevar a cabo más investigación, es la relación existente entre el color del tallo de las plantas (causado por antocianinas) y la resistencia a ciertas enfermedades. Ese hecho se ha mencionado aquí refiriéndolo al color de la cebolla, pero tenemos ciertas indicaciones de que una situación análoga ocurre en maíz y otros cultivos. Tal parece que esas sustancias que dan coloración, tienen un efecto antibiótico sobre ciertos micro-organismos.