

Adaptación y Mejora del pimiento en Cuba.

Laura Muñoz de Con, Antonio Prats Pérez, Esperanza Seguí y Guillermo Brito Iglesias.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT).

E-mail: lcastineiras@inifat.esihabana.cu

RESUMEN

En la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, actual Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” se desarrollaron una serie de investigaciones con el objetivo de mejorar la producción de pimiento en el país. Se contempló el desarrollo de variedades con buen grado de adaptación a condiciones tropicales, para desarrollar diferentes objetivos de la producción comercial como: consumo fresco, condimento, uso industrial, mercado de exportación y extensión del período de producción. En los trabajos de mejoramiento se utilizaron diferentes variedades que habían mostrado un grado medio de aclimatación. En la primera etapa se priorizó la adaptación al medio, el incremento de los rendimientos y la resistencia y/o tolerancia a plagas y enfermedades. Posteriormente se contempló la calidad, estabilidad y el desarrollo de determinados caracteres necesarios para la utilización a que se iban a destinar. Como cuestiones fundamentales se logra: incremento en los rendimientos, modificación de la arquitectura de las plantas, alto grado de tolerancia a enfermedades en condiciones de campo, cualidades específicas para el mercado de exportación e industria y extensión del período de producción. Se desarrollan las variedades Tropical CW-3 para el mercado de exportación, Tropical T-28 para la conserva enlatada, Tropical S-3 para la elaboración de pimentón, Tropical T- 27 A y Español 16 para consumo fresco con altos rendimientos, Chay 3 para condimento, Tropical M-12 de ciclo corto para época temprana y Tropical ECHT 8 y 38 para la producción del verano. Las variedades Tropical CW-3 y Español 16 se han destacado, además para la producción en el verano en cultivo hidropónico y

en casos de cultivo protegido. Con estas variedades pueden desarrollarse diferentes objetivos de la producción comercial y obtener cosechas más productivas, seguras y económicas en condiciones tropicales.

INTRODUCCIÓN.

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una especie hortícola de la cual hay gran demanda, es muy apreciado por su valor nutritivo, cualidades como condimento y por sus usos medicinales. Bosland (1993) y Palevitch y Craker (1995) señalan sus propiedades antioxidantes. FAO (2000) reporta una producción mundial de 18 827 882 toneladas.

En las condiciones de Cuba la producción principal se obtiene entre los meses de febrero y abril, pudiéndose obtener cosechas más tempranas y más tardías, pero entre junio y noviembre la producción se dificulta como consecuencia de factores climáticos desfavorables e incidencia de plagas y enfermedades. Generalmente la producción que se logra en esta época es de las variedades más rústicas, las cuales producen frutos pequeños.

Las variedades que se utilizan en Cuba son de clima templado, las cuales han mostrado cierto grado de aclimatación, aunque no muestran todo su potencial productivo, ni resuelven todos los objetivos de la producción comercial.

Desde la década de los años sesenta se concibió en la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas la realización de un plan para mejorar la producción de esta especie, principalmente en las líneas de consumo fresco, condimento, industria, exportación y extensión del período de producción.

En este trabajo se resumen los aspectos fundamentales de las técnicas utilizadas en el desarrollo de variedades para las condiciones del país y se describen los resultados obtenidos durante el proceso de adaptación y mejora para condiciones tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Encuesta entre productores para describir los factores limitantes en cuanto a clima, afectaciones por plagas enfermedades y fitotecnia.

Se hicieron evaluaciones en los distintos meses del año para determinar los factores limitantes más importantes y se determinaron las plagas y enfermedades que más daños ocasionaron al cultivo.

Análisis de la problemática para mejorar la producción.

Diseño de variedades para diferentes objetivos de la producción comercial. Selección de los materiales genéticos más idóneos en diferentes variedades del surtido mundial que habían mostrado un grado medio de aclimatación y otras con avances en trabajos de adaptación.

Como técnicas de mejoramiento genético de plantas se utilizó la selección individual y masal para fijar caracteres y la combinación de caracteres por hibridación dirigida, o por síntesis a polinización abierta.

Para obtener caracteres escasos se utilizó la influencia ambiental y la fenocopia.

Para lograr tolerancia y/o resistencia a plagas y enfermedades, se utilizó el fondo provocativo, la selección negativa en los estadios del desarrollo que afectan la producción y la exposición en determinadas localidades con razas de patógenos más agresivas. Los índices de tolerancia utilizados en la selección se exponen en la **Tabla 1**.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los factores que más limitaban la producción eran: alta temperatura y humedad e intensas precipitaciones, incidencia de plagas y enfermedades y algunos aspectos de la fitotecnia como: Posturas pasadas de la época de trasplante y estrés hídrico que provocaban paralización del crecimiento. Además utilización de variedades que no mostraban aclimatación ni resolvían determinados objetivos en la producción comercial.

De acuerdo con la experiencia de los productores se podían obtener cosechas tempranas en el mes de diciembre producto de siembras de agosto y tardías en

mayo de las siembras de diciembre. Lo que resultaba más difícil era obtener cosechas entre junio y noviembre.

En varios países tropicales se presentan problemas similares, lo cual ha conducido al desarrollo de planes de mejoramiento de plantas para obtener variedades en condiciones tropicales (Abak 1994, AVRDC Report 1996, Galmarini 1997 y Reifschneider et al. 1998).

Se conoce que el pimiento desarrolla mejor a temperaturas entre 18° y 23°C, que entre 26° y 27°C los frutos tienden a deformarse, a más de 32°C las flores se caen y a más de 35°C es difícil que se logren frutos (Boswell 1959). En la **Fig. 1**, puede apreciarse la temperatura media y máxima de los primeros 60 días de la floración.

La temperatura es más favorable para el crecimiento en las plantaciones entre octubre y febrero y las condiciones resultan adversas en las de mayo, junio y julio. Es importante que la planta tenga un buen desarrollo antes de la floración. Los resultados muestran que las mejores condiciones para lograr una buena floración se presentan entre los meses de diciembre y febrero, las cuales favorecen las plantaciones entre agosto y octubre en las que se aprecia un período más largo de floración incrementándose por esta causa los rendimientos.

La temperatura máxima durante el período de floración es desfavorable para las plantaciones entre febrero y julio (**Fig. 1**).

Las precipitaciones producen mayor afectación a las plantaciones entre marzo y agosto, principalmente por fallos en la polinización, deformaciones de los frutos e incrementos de los daños por hongos y bacterias.

De acuerdo con la temperatura se presentan para el pimiento cuatro épocas de siembra en el año: agosto-octubre, noviembre-enero, febrero-marzo y abril-julio.

Las plagas y enfermedades son limitantes importantes. En la **Tabla 2** puede apreciarse las principales que incidieron en las evaluaciones realizadas. Los mayores daños se registraron por las afectaciones del virus del grabado del tabaco (TEV), los Thrips, el ácaro blanco y la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Las enfermedades virosas limitan el periodo de producción de las

plantas y la bacteria afecta el follaje y provoca daños en los frutos. Otro factor importante lo constituye las quemaduras del sol sobre los frutos.

A la vez se determinó que en cuanto a la fitotecnia, las causas que más limitaron los rendimientos fueron la mala recuperación de las posturas después del trasplante, el tamaño pequeño de las plantas al inicio de la floración y los estrés hídricos.

Los resultados del análisis realizado indican que las variedades que se estaban utilizando, no mostraban en condiciones tropicales todo su potencial productivo y fallaban en la resistencia a las principales razas de patógenos de esta región.

Era necesario desarrollar variedades para condiciones tropicales para poder lograr una producción estable y económica.

Para estos fines se diseñó una arquitectura de plantas de mayor tamaño, con ramificación a más altura para evitar las afectaciones por bacterias en los frutos más próximos al suelo. Además las plantas debían tener hojas más grandes, más numerosas y las ramas debían tener una disposición más vertical para evitar la incidencia de los rayos solares sobre los frutos. Con esta arquitectura se lograba también mayor área foliar para la fotosíntesis; así se podría incrementar el número de frutos, el grueso del pericarpio y los rendimientos.

Las evaluaciones de los materiales genéticos en las diferentes épocas mostraron que los rendimientos descienden entre las plantaciones de agosto y noviembre aunque agosto es un mes riesgoso para la producción debido principalmente al período lluvioso y a la incidencia de plagas y enfermedades.

Se determinó que los potenciales de rendimiento en ausencia de plagas y enfermedades dependían del crecimiento inicial y de la temperatura de la época de floración.

Los resultados indican que la época óptima de siembra se desarrolla entre los meses de agosto hasta octubre, en este período de tiempo desarrollan la mayoría de las variedades importadas. En las siembras entre noviembre y enero aunque hay un buen desarrollo, los rendimientos disminuyen como consecuencia de la reducción del período de floración al subir la temperatura. En las siembras entre

febrero y marzo son pocas las variedades que producen rendimientos aceptables y en las de abril hasta julio la producción es muy reducida.(Fig 1)

Como resultado de los trabajos de adaptación y mejora se aprecia tendencia a ganar en resistencia y/o tolerancia a enfermedades en condiciones de campo; se adelanta el inicio de la producción y ésta es más duradera. Las plantas ganan en altura y desarrollo foliar y se incrementa el grueso del pericarpio, el peso promedio de los frutos y los rendimientos.

En las distintas variedades desarrolladas se adelantó la producción entre 8 y 15 días en comparación con sus progenitores, se logró un incremento en altura de la planta entre 7 y 20 cm, el grueso del pericarpio aumentó entre 0.1 y 0.2 cm, el peso promedio de los frutos entre 11 y 40 g, y los rendimientos se elevaron entre un 20 y un 60%.

Los trabajos de mejoramiento se iniciaron con los tipos de frutos pequeños para condimento. En las evaluaciones realizadas, se seleccionó como progenitor la variedad Chay, la cual estaba diseminada en todo el país y producía frutos durante gran parte del año, pero en los meses de verano la floración y logro de frutos era escasa y mostraba alta susceptibilidad a virus, acortándose su período productivo. Se obtiene la variedad Chay 3 de alto grado de tolerancia a virus que florece y fructifica a más alta temperatura, el follaje es abundante y se ha incrementado el número y el tamaño de los frutos; lográndose una producción más continua con potencial de rendimiento superior a las 30 t/ha.

Para la elaboración de la conserva pelada de los tipos de pimiento morrón se requería un fruto cónico de pericarpio grueso con alto grado de resistencia a las enfermedades que dañan el fruto . Se elige como progenitor la variedad Truhart la cual se utilizaba para estos fines . La planta de esta variedad mostraba un tipo de disposición de las ramas abiertas que exponían los frutos al sol, por esta causa se presentaban quemaduras y afectaciones fungosas y bacterianas.

Se obtiene la variedad Tropical T- 28 de alto grado de resistencia a enfermedades fungosas bacterianas y virosas de frutos con pericarpio entre 0,4 y 0,6 cm. La planta es más alta con disposición de las ramas que protegen los frutos del sol. Debe señalarse que el peso neto de la lata se obtenía con 7-8 frutos de la

variedad Truhart y se logra con 4-5 frutos de la T- 28 .Los rendimientos se incrementan en un 26 % con valores entre 20 y 25 t/h. Admite siembras tardías del mes de Enero. Esta variedad se seleccionó para la elaboración de conservas peladas para exportar.

A partir de la variedad Truhart se desarrolló también la variedad T-27 A, cuya planta tiene la arquitectura más favorable para desarrollar en condiciones tropicales: 70-80 cm de altura, ramas con ángulo de inserción aguda con el tallo, desarrollo foliar amplio con hojas anchas, con lo cual se lograba buena cobertura a los frutos. El potencial de rendimiento supera las 40 t/ha. Muestra alta tolerancia a virus, enfermedades fungosas y bacterianas, extendiendo la producción hasta el mes de junio. En la prueba industrial realizada resultó aceptable, su color es algo más claro que el T-28. Es una variedad buena para consumo fresco.

Entre los tipos acampanados se seleccionaron como progenitores las variedades Español Gigante de Reus y California Wonder.

El Español en las evaluaciones realizadas mostraba buen grado de rusticidad en condiciones tropicales, pero su fruto era arrugado con tendencia a deformarse y con alta susceptibilidad a bacterias. Se obtiene la variedad Español –16, en la cual se modificó la arquitectura de la planta, lográndose un área foliar más amplia con ramificaciones más verticales y frutos más lisos y simétricos, reduciéndose al mínimo las deformaciones e incrementándose el grueso del pericarpio y los rendimientos. Su potencial supera las 40 t/ha y se obtiene una producción regular a los inicios de verano.

Al evaluar la variedad California Wonder se apreciaron problemas con el bajo porcentaje de frutos aptos para el mercado de exportación, cifras que variaban entre 35 a 40%. Esto se debía a afectaciones por incidencias de enfermedades bacterianas, fungosas y virosas y deformaciones de los frutos en la región apical por fallos en la polinización o en la germinación del polen a alta temperatura. Otro factor importante eran las quemaduras de sol en cuyas lesiones se desarrollaban hongos y bacterias.

Se pudo apreciar que las afectaciones por *Xanthomona* se producían con mayor intensidad en la región de la planta más próxima al suelo.

Se desarrolla la variedad tropical CW-3 a partir de tres líneas de la variedad California Wonder procedente de Italia y una línea aislada en un campo de producción en las que se pudieron aislar los caracteres planta alta y erecta, follaje abundante, vigor acentuado y frutos grandes, típicos y uniformes.

Desarrolla una planta vigorosa con buen follaje, con buen grado de tolerancia a virus y bacterias. Los frutos son de mayor tamaño que los de sus progenitores y de color rojo más brillante, con lóbulos bien definidos obteniéndose entre el 70 y el 75% de frutos aptos para la exportación. Su potencial de rendimiento es superior a las 40 T/ha y rinde más de un 30% que sus progenitores. En la **Fig. 2** puede apreciarse el método utilizado en el mejoramiento.

Debe señalarse además que las variedades Tropical CW-3 y Español 16 en pruebas realizadas en verano en cultivo hidropónico y en casas de cultivo protegidos han dado buenos resultados.

En los trabajos realizados para extender el período de producción se comenzó con la época más temprana para la cual se necesitaban variedades de ciclo corto y tolerantes a virus. Se eligió la variedad Medalla de Oro para los trabajos iniciales por ser de ciclo de 120 días pero era susceptible a las enfermedades virosas de esa época y las plantas tenían poca altura y los frutos eran largos los cuales tocaban el suelo en la madurez.

En la variedad Tropical M-12 se modifica la planta obteniéndose 15 cm más de altura y un área foliar mayor, alto grado de tolerancia a virus e inicio de producción entre los 100 y 110 días; pudiéndose obtener cosechas durante el mes de noviembre. Tienen un potencial de rendimiento superior a los 27 t/ha, superando a su progenitor en un 20%.

La producción entre julio y octubre era la más difícil de lograr; de todas las variedades obtenidas las que mostraban más posibilidades de desarrollo eran: Chay 3 de frutos pequeños, Español 16 de frutos acampanados alargados y Tropical T 27- A de frutos cónicos.

De un cruce entre Español 16 como progenitor femenino y Chay 3 como masculino se selecciona la planta 17 y después de tres ciclos de selección individual se selecciona la planta 20, la cual se utiliza como progenitor femenino

en el cruce con Tropical T 27 A. La población obtenida se somete a varios ciclos de selecciones masales e individuales durante los meses de verano. En la **Fig. 3** puede apreciarse el método utilizado en el mejoramiento.

De esta forma se obtiene una población con un alto potencial genético para desarrollar en condiciones de alta temperatura y humedad.

Inicialmente se seleccionan las variedades Tropical ECHT-8 y ECHT-38 por su uniformidad estabilidad y adaptación al medio; los cuales desarrollan plantas con una altura entre 85 y 90 cm con buen follaje y alto potencial de recuperación ante condiciones adversas.

Los frutos son cónicos, alargados de color rojo brillante de 45 a 50 g. El potencial de rendimiento es superior a las 25 t/ha en el período entre junio y octubre.

En los trabajos desarrollados para obtener variedades idóneas para el proceso de deshidratación una de las características más importantes era el contenido de materia seca, este debía ser superior al 15%.

En las evaluaciones realizadas los índices más altos se registraron en las variedades Kalocsai y Szegedi procedentes de Hungría obteniéndose valores entre 10 y 12%.

Con los trabajos de mejoramiento se logra elevar el contenido de materia seca de 10 a 16% y los rendimientos de 10 a 15 t/ha. Además poseen buen grado de tolerancia a hongos y un color rojo intenso brillante.

En las pruebas realizadas se ha destacado la variedad Tropical S-3 con 16,9% de sólidos totales en las condiciones de Cuba. Según Joshi et al (1993), esta variedad reúne las características necesarias para la elaboración de pimentón.

Como cuestión general en el desarrollo de todas estas variedades, el conocimiento de la problemática permitió hacer una planificación más precisa de los objetivos a alcanzar.

Al determinarse los factores limitantes de la producción se pudo ordenar el trabajo investigativo y determinar las características que debían reunir las variedades a desarrollar.

Los diseños de las variedades que se concibieron permitieron elegir más rápido el germoplasma básico para los trabajos de mejoramiento.

El conocimiento del comportamiento de la especie durante el año hizo posible determinar las épocas con condiciones diferentes para el desarrollo.

La utilización de germoplasma con cierto grado de aclimatación y más aún con avances en la adaptación facilitó el desarrollo de variedades en menos tiempo.

Debe señalarse que en el proceso de mejoramiento hubo caracteres que no se encontraban en el germoplasma disponible. Algunos de ellos se pudieron aislar al multiplicar en clima tropical variedades de clima templado, las cuales al perder el equilibrio que tenían establecido en la región de origen amplían su rango de variabilidad.

Otros caracteres muy escasos se localizaron al exponer materiales promisorios a condiciones adversas de alta temperatura, humedad y estrés hídrico. En estos casos se pudo apreciar que distintas variedades desarrollaban un mismo fenotipo que era el más favorecido por el ambiente y al multiplicarse en sucesivas generaciones se pudo canalizar dicho fenotipo.

En cuanto a la resistencia y la tolerancia a enfermedades los mejores resultados se obtuvieron al seleccionar las líneas que se demoraban más en ser afectadas y la selección negativa de las plantas enfermas en los estadios de desarrollo que más afectan la producción. Además con la modificación de la arquitectura de las plantas se obtuvieron buenos resultados. También fue muy favorable la selección positiva en las zonas en que se presentan las razas más agresivas de patógenos.

La estabilidad se logró al evaluar los materiales genéticos en distintas condiciones ambientales.

Las variedades obtenidas al estar en equilibrio con el medio permiten la reproducción exacta al tipo y puede producirse la semilla en el país.

CONCLUSIONES.

Con los trabajos de mejoramiento de plantas se desarrollan las variedades: Tropical CW-3 para consumo fresco y el mercado de exportación, Tropical T-28 para la conserva de pimiento morrón pelado, Tropical 27- A y Español - 16 para consumo fresco y altos rendimientos, Chay 3 para condimento, Tropical S-3 para

pimentón y Tropical M-12 de ciclo corto para época temprana y Tropical ECHT 8 y 38 para extender el período de producción a los meses de verano.

Con estas variedades se logra mayor resistencia y/o tolerancia a enfermedades en condiciones de campo, una arquitectura de plantas más favorable para desarrollar en el Trópico, determinadas características para desarrollar diferentes objetivos de la producción como mercado de exportación, industria y extensión del período de producción a todo el año. Las variedades son estables, se reproducen exactas al tipo y puede producirse la semilla en el país. En general se incrementan los rendimientos y se logra adaptación a clima tropical, con las cuales pueden obtenerse cosechas más productivas seguras y económicas.

REFERENCIAS.

Abak, K. (1994): Pepper production in Turkey, breeding programs and their objectives. *Capsicum & Eggplant Newsletter* 13:31-35.

AVRDC (Asian Vegetable Research and Development Center): (1996) Pepper improvement, Taiwan. **AVRDC Report**, pag. 49-63.

Bosland, P. W. (1993): Breeding for quality in Capsicum. Dept. of Agronomy & Horticulture, New México St. Univ. U.S.A. *Capsicum & Eggplant Newsletter* 12 (1993).

Boswell, V.R; S. P. Doolittle; L. M. Pultz and A. L. Taylor (1959): Pepper Production, disease and insect control. *Farmer's Bulletin No 2051 U. S. Dept. of Agr.*, 33 pp.

FAO (2000) : FAOSTAT Database Results, p 4.

Galmarini, C. R. (1997): Pepper breeding in Argentina. La Consulta Agr. Exp. St. INTA, Mendoza (Argentina), *Capsicum & Eggplant Newsletter* No 16:28-34.

Joshi, S.; P. C. Thakur; T.S. Verma and H.C. Verma (1993): Selection of spice paprika breeding lines. *Capsicum & Eggplant Newsletter* 12 (1993):50-52.

Palevitch, D. and L. D. Craker (1995): Nutritional and medical importance of red pepper (*Capsicum* spp.). *J. of Herb Spices and Medicals Plants. U.S.A.* 3(2):55-83.

Reifschneider, F. J. B.; C. S. C. Ribeiro and C.A. Lopes (1998): Pepper production and breeding in Brazil, and a word on eggplants present situation and prospects. *Capsicum & Eggplant Newsletter* No 17: 13-18.

TABLA 1. Índice de tolerancia a enfermedades en las selecciones.

PATOGENO	TOLERANCIA EN		MOMENTOS DE APRECIACIÓN DIAS
	PLANTAS %	FRUTOS%	
<i>Xanthomonas campestris pv vesicatoria</i>	--	5	15 días antes de la maduración técnica
<i>Erwinia aroideae</i>	--	5	20 después de la maduración técnica
<i>Colletotrichum gloeosporiodes</i>	10	--	15 después de la maduración técnica
<i>Colletotrichum capsici</i>	10	--	15 después de la maduración técnica
<i>Fusarium sp</i>	15	--	15 después de la maduración técnica
Virus	10 20	--	30 días del trasplante 60 días del trasplante

TABLA 2 . Plagas y enfermedades que incidieron en las plantaciones de pimiento.

VIRUS	Virus del grabado del tabaco (TEV) Virus del mosaico del tabaco(TMV) Virus del mosaico del pepino(CMV)
BACTERIAS	<i>Xanthomonas campestris pv. vesicatoria</i> <i>Erwinia aroideae</i>
HONGOS	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Colletotrichum gloeosporiodes</i> <i>Colletotrichum capsici</i> <i>Cercospora capsici</i> <i>Alternaria solani</i> <i>Alternaria alternata</i> <i>Corynispora cassicola</i>
PLAGAS	<i>Thrips tabaci</i> <i>Thrips palmi</i> <i>Bemisia tabaci</i> <i>Mysus persicae</i> <i>Polyphagotarsonemus latus</i> <i>Aleurotrachelus trachoides</i>

Figura 1. Condiciones de temperatura y precipitaciones y su influencia sobre la floración del pimiento.

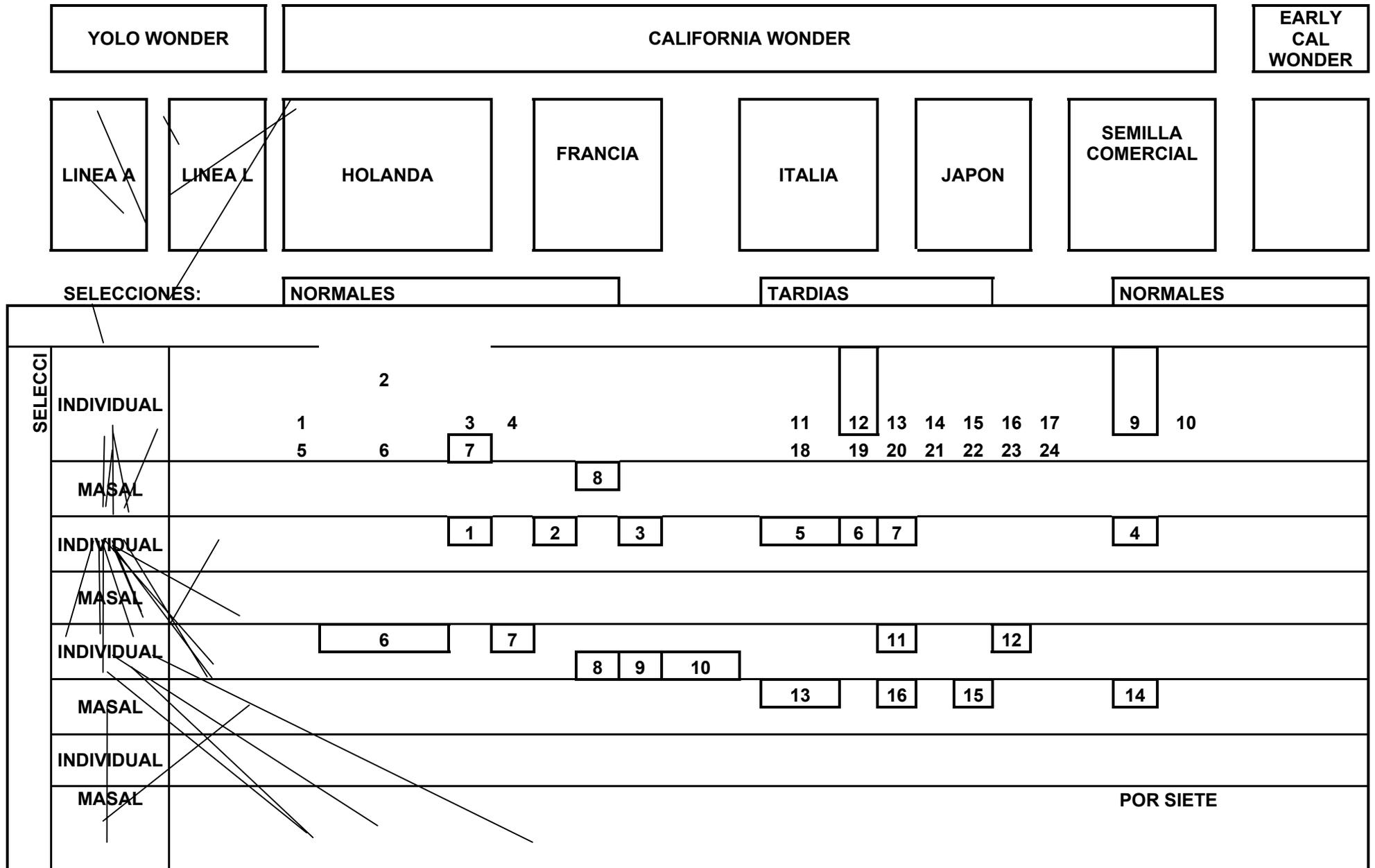
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov
TEMPERATURAS MEDIA (O _c)	26.6	26.0	24.9	23.4	21.9	21.1	21.2	22.7	24.0	25.4	26.3	26.6	26.6	26.0	24.9	
I																
II																
III																
IV																
PRECIPITACIONES MEDIAS (MM)	203.2	210.0	138.0	81.6	39.4	67.5	64.0	58.8	81.0	166.8	266.1	22.7	203.2	210.6	138.8	

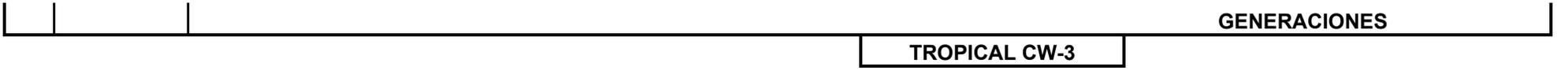
--- Semillero == Recuperación — Floración Extensión del periodo de floración

Temperatura media del período _____ Temperatura máxima del período

Según datos del Instituto de Meteorología

Figura 2. Método utilizado en el desarrollo de la variedad Tropical CW-3





GENERACIONES

TROPICAL CW-3

Figura 3. Método utilizado en el desarrollo de las variedades Tropical ECHT-8 y Tropical ECHT-38 para la producción del verano.

