

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Caracterización Fenológica de Mutantes de Manzano (*Malus domestica*
Borkh.) cv. Golden Delicious en la Sierra de Arteaga, Coahuila

Por:

VIVIANA PAOLA SOSA FLORES

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Caracterización Fenológica de Mutantes de Manzano (*Malus domestica Borkh.*)
cv. Golden Delicious en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Por:

VIVIANA PAOLA SOSA FLORES

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada



Dr. Andrés Martínez Cano
Asesor Principal



Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Coasesor



Dr. José Antonio Vázquez Ramos
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2012

Agradecimientos

A Dios por permitirme concluir mis estudios y por las bendiciones que recibí durante este tiempo.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por abrirme sus puertas y formarme profesionalmente.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias C. E Saltillo por el apoyo para la realización y elaboración de esta investigación.

Al M. C. Gustavo Lara Guajardo, por la oportunidad y confianza depositada en mí para el logro de la presente investigación.

Al Dr. José Antonio Vázquez Ramos por el apoyo, amistad y confianza que me ha brindado en todo momento.

Al Dr. Víctor M. Reyes Salas, Ing. Eliseo González Sandoval y Dr. Andrés Martínez Cano por sus comentarios y críticas durante las revisiones.

A la Lic. Lupita Gallegos Garza por el apoyo y amistad que me brindó dentro del Instituto C.E Saltillo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado para la realización de esta investigación.

Dedicatoria

A mis padres Miguel Sosa Morales y Dora Elia Flores Salas por el esfuerzo que han hecho para que hoy concluya mis estudios, por su apoyo durante este largo camino, en el cual han sido mi mayor motivación y ejemplo. Gracias por todo.

A mis hermanas Moni y Mayrita por su compañía, comprensión y apoyo.

A mis abuelitos Antonia Morales Cárcova (+), Miguel Sosa Silva (+), Rodolfo Flores Chavarría (+) y mi tío Juan Manuel Sosa Morales (+), por darme fuerzas en los momentos difíciles a pesar de que ya no están aquí.

A mi novio José Damían López López por su gran amor, paciencia, comprensión y apoyo durante todo este tiempo.

A mi sobrino Gael por traer felicidad y alegría a mi vida.

Para toda mi familia por el amor y cariño que me han dado siempre.

Índice General

Página

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
HIPÓTESIS	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Caracteres botánicos del manzano	3
Taxonomía	3
Distribución	3
El árbol	4
Hojas.....	4
Raíz.....	4
Flores	4
Fruto	5
Importancia	5
Generalidades de la fenología del manzano	6
Caída de hojas	7
Reposo	7
Desborre.....	7
Brotación	7
Floración.....	8
Amarre de fruto y desarrollo.....	8
Madurez de fruto.....	9
Cosecha.....	9
Mutaciones.....	10
Mutantes de Golden Delicious.....	10
Golden Delicious (Normal)	10
Golden Aguanueva I.....	13
Golden Aguanueva II	14
Golden Brotador.....	15
Golden Paco	17
Golden Tunal	18

Golden Vigas	20
Golden Verde y Golden Alazanas.....	21
Directrices para la Ejecución del Examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad en Manzano	22
Descriptores del árbol.....	22
Descriptores de caracteres morfológicos de los frutos.....	24
Parámetros de calidad en fruto	28
Mediciones en la fruta	28
Firmeza	28
Color.....	29
Tamaño y forma	29
Análisis químico	29
Sólidos solubles totales.....	29
Sabor.....	30
Conservación	30
Aptitud de industrializarse	30
Parámetros a evaluar en fenología de árboles frutales.	31
Horas frío.....	32
Método de Weinberger	32
Método de Damota.....	33
Método de Crossa-Reynaud.....	33
Modelo Utah	33
Grados calor día	34
Método residual.....	34
Método 10/30.....	35
Método Básico	36
MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
Área de estudio	37
Material vegetativo utilizado	37
Fenología	38
Evaluación de calidad de fruto	38
Evaluación de horas frío en condiciones controladas	41
Evaluación de horas frío y unidades calor en campo.....	43

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
Fenología	44
Ciclo 2009-2010.....	44
Ciclo 2010-2011.....	47
Calidad de fruto	50
Ciclo 2009- 2010.....	50
Ciclo 2010-2011.....	52
Horas frío y unidades calor.....	54
Horas frío en condiciones controladas	55
CONCLUSIONES	58
Carta de caracterización de Golden Delicious y sus mutantes	59
APÉNDICE	70
Fenología	71
Horas frío en condiciones controladas	76
Registro de temperatura para calculo de horas frío	91
Registro de temperatura para cálculo de unidades calor	94
LITERATURA CITADA.....	98

Índice de Figuras

Página

Figura 1. Tipo de hábito	23
Figura 2. Tipo de fructificación (Lespinasse, 1980).....	24
Figura 3. Corte longitudinal, detalle de determinación de la altura máxima.	24
Figura 4. Corte transversal, detalle de determinación del diámetro máximo.....	25
Figura 5. Forma Global del Fruto	26
Figura 6. Ubicación de las localidades de estudio, Huachichil y San Antonio de las Alazanas, en el municipio de Arteaga, Coahuila.	37
Figura 7. Cosecha de fruto	39
Figura 8. Medición de diámetro polar y ecuatorial en fruto.....	40
Figura 9. Conteo de semillas en el mutante Golden Vigas de San Antonio de las Alazanas, 2011.....	40
Figura 10. Comportamiento fenológico de Golden Delicious y sus mutantes en Arteaga, Coahuila ciclo 2009-2010.	46
Figura 11. Comportamiento fenológico de Golden Delicious y sus mutantes en Arteaga, Coahuila, ciclo 2010-2011.	49
Figura 12. Comparación de horas frío y unidades calor de los ciclos 2009-2010, 2010-2011 en ambas localidades.	54
Figura 13. Brotación de Golden Delicious y sus mutantes, con cinco tratamientos de frío en condiciones controladas, T1=400 HF, T2=500HF, T3=600HF, T4=700 HF y T5=800 HF	57

Cuadro 1. Situación de la producción de manzano en México por estados en 2010 (SIAP, 2011).6

Cuadro 2. Conversión de temperaturas Modelo Utah34

Cuadro 3. Fenología de Golden Delicious y sus mutantes en Arteaga, Coahuila, ciclo 2009-2010.....45

Cuadro 4. Fenología de Golden Delicious y sus mutantes en Arteaga, Coahuila, ciclo 2010-2011.....47

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias de las variables estudiadas en Huachichil, en el ciclo 2009-2010.....50

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias de las variables estudiadas en San Antonio de las Alazanas, en el ciclo 2009-2010.51

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de las variables estudiadas en Huachichil, en el ciclo 2010-2011.....52

Cuadro 8. Prueba de comparación de medias de las variables estudiadas en San Antonio de las Alazanas, en el ciclo 2010-2011.53

Cuadro 9. ANOVA evaluación de horas frío en condiciones controladas.55

Cuadro 10. Prueba de comparación de medias de los tratamientos de horas frío en condiciones controladas.55

Cuadro 11. Registro fenológico del ciclo 2009-2010 de San Antonio de las Alazanas.71

Cuadro 12. Base de datos para análisis de calidad de fruto en la localidad Huachichil ciclo 2010-2011.....72

Cuadro 13. Base de datos del experimento de horas frío en condiciones controladas76

Cuadro 14. Registro de temperaturas diarias de la estación meteorológica ubicada en el Rancho el Conejo de San Antonio de las Alazanas ciclo 2009-2010.....91

Cuadro 15. Registro de temperaturas diarias de la estación meteorológica ubicada en el Rancho Guadalupe de Huachichil ciclo 2009-201094

INTRODUCCIÓN

Las condiciones climáticas en la Sierra de Arteaga, Coahuila no son las mismas de hace quince años, situación que afecta a la fruticultura complicando la producción, incrementando los costos y obligando a los productores a utilizar técnicas para lograr que los árboles cumplan los requerimientos de frío necesarios, si tomamos en cuenta que las temperaturas al momento de floración aparentemente afectan la producción de polen, el problema se acentúa. En el caso de floraciones tardías, provoca baja brotación y aborto de flores por lo que se pierde hasta un 80% de la producción potencial (Reyes, 1977).

La modificación de las condiciones agroclimáticas también propicia que el comportamiento de los árboles en cuanto a su brotación se vea modificada, lo cual se ha manifestado en la generación espontánea de mutaciones ya sea mericlinales o periclinales debido a la tendencia de los manzanos a adaptarse al entorno, situación que los productores han aprovechado propagándolos de manera clonal.

A la fecha se cuenta con aproximadamente diez tipos de mutantes del cultivar Golden Delicious normal denominados; Aguanueva I, Aguanueva II, Golden Mario (Brotador), Golden Primicia (Paco), Golden Vigas, Golden Verde, Golden Tunal, Golden Alazanas, Riojas I y Riojas II. Siendo los mutantes Paco, Alazanas y Tunal los menos estudiados fenológicamente hasta la fecha.

Considerando lo anterior hemos optado por caracterizar fenológicamente dichos materiales utilizando como testigo el cv. Golden Delicious normal.

OBJETIVO GENERAL

Obtener la caracterización fenológica de cada uno de los mutantes del cv. Golden Delicious de la Sierra de Arteaga.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar fenológicamente cada uno de los mutantes del cv. Golden Delicious.

Caracterizar la calidad de fruto de los mutantes del cv. Golden Delicious.

Generar una carta descriptiva de cada mutante en cuanto a su fenología y características de acuerdo a algunos descriptores varietales del manzano.

HIPÓTESIS

La caracterización fenológica permitirá encontrar cultivares que presenten la mejor adaptación a las condiciones climáticas de la región manzanera de la Sierra de Arteaga, Coahuila y que además produzcan fruta de mejor calidad.

REVISIÓN DE LITERATURA

Caracteres botánicos del manzano

Taxonomía

Sinnot y Wilson (1975), (citados por Cepeda *et al.*, 1988) ubican al manzano dentro de la siguiente taxa:

Reino.....	Vegetal
División.....	Traqueofitas
Subdivisión.....	Pteropsidas
Clase.....	Angiospermas
Subclase.....	Dicotiledóneas
Orden.....	Rosales
Familia.....	Rosaceae
Género.....	Malus
Especie.....	<i>doméstica</i>

Distribución

Se cree que el manzano es originario de Europa Oriental, de las Regiones del Cáucaso y Asia Central. Su cultivo se extendió desde la antigüedad por el continente asiático, Europa y Asia Central. Los españoles llevaron este frutal a América, y hoy en día se encuentra cultivado por las zonas templadas de todo el mundo (Navarro, 2001). La mayoría de los manzanos cultivados se derivan de dos clases: la *Malus pumila Mill* (común) y la *Malus baccata Borkh* (siberiana) (Mendoza, 1965).

Los principales países productores para el año 2009 fueron; China, Estados Unidos, Turquía, Polonia, Irán, Francia, India y Rusia (FAOSTAT, 2011).

El árbol

El manzano es un frutal caducifolio de gran desarrollo vegetativo, alcanzando alturas de hasta 10 m. Tiene la copa de forma globosa, con las ramificaciones abiertas y casi en posición horizontal, con el tronco alto y derecho. La corteza es lisa y de color ceniciento verdoso en las ramas jóvenes y agrietadas de un gris pardo en el tronco y las ramas viejas. En climas adecuados alcanzan una vida promedio de 50 a 60 años (Mendoza, 1965).

Hojas

Las hojas son solitarias, ovales, aserradas cuya fineza y forma es característica de la variedad también en cuanto a textura y pubescencia. Algunas variedades tienen hojas grandes y extendidas en color verde brillante mientras que otras las tienen pequeñas y dobladas, de color verde oscuro (Mendoza, 1965).

Raíz

La raíz del manzano es típica, rastrera, ramificada, con derivaciones secundarias extendidas y una masa de raicillas que, en conjunto, forman la cabellera, las que poseen cofia y pelos absorbentes y alcanzan una longitud horizontal de 3 a 6 m. y una longitud vertical de 1.5 a 2.0 m. (Cepeda *et al.*, 1988).

Flores

Las flores son hermafroditas de tamaño grande (3- 5 cm de diámetro), se abren antes que las hojas (Mendoza, 1965), están formadas por cinco pétalos blancos con manchas de color rosa o púrpura por la cara exterior, siendo el cáliz persistente (Navarro, 2001), las flores son del tipo pentámero, insertándose los estambres en la parte alta del pistilo, el ovario presenta 5 alvéolos, albergando 2 óvulos en cada uno de ellos (Cepeda *et al.*, 1988).

Fruto

El fruto del manzano pertenece al tipo pomo y cuenta con 5 alvéolos; el endocarpio es cartilaginoso y en cada alvéolo están las semillas; el pedúnculo del fruto es de longitud variable, el cáliz es persistente y forma el ojo colocado en una depresión más o menos regular y profunda; la forma del fruto depende de la variedad aunque es generalmente esférica (Cepeda *et al.*, 1988).

Importancia

En México se tienen reportados 23 estados que producen manzana en mayor o menor escala (Cuadro 1) se tienen registros de una superficie plantada a nivel nacional de 61,219.53 hectáreas, de las cuales, se han cosechado 57,742.95 hectáreas, con un total de 584,655.18 toneladas, lo cual genera un rendimiento promedio de 10.13 t ha⁻¹ (SIAP, 2011).

El mercado de la manzana en México ha tomado altos niveles de competitividad debido a que la apertura del comercio internacional permite el acceso de fruta de los grandes productores del mundo, a nuestro país llegan manzanas principalmente de Washington y Chile, países que ofertan el producto frutícola con precios muy atractivos para los comerciantes, lo cual genera un nivel de competencia “desleal” con los productores locales. (Vázquez *et al.*, 2010).

La alta competitividad de este mercado, ha llevado al productor mexicano a realizar cambios en los sistemas de producción en la búsqueda de alternativas más rentables, como la introducción de nuevas variedades de manzanas con mayor atractivo visual, aroma y sabor, además de la utilización de portainjertos de menor porte para eficientar los recursos como el agua, el fertilizante, la poda y el uso de agroquímicos y compensadores de frío, aunados a mayores densidades de plantación para incrementar sus rendimientos por unidad de superficie (Contreras, 2006, citado por Vázquez *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Situación de la producción de manzano en México por estados en 2010 (SIAP, 2011).

Estado	Superficie (ha)		Producción (Ton)	Rendimiento (Ton ha ⁻¹)
	Sembrada	Cosechada		
Chihuahua	25,813.00	23,079.00	398,155.26	17.25
Veracruz	878	878	10,755.01	12.25
Coahuila	7,028.00	7,018.00	59,653.78	8.5
Aguascalientes	50	50	420	8.4
Tlaxcala	14	14	113.61	8.12
San Luis Potosí	21	20	161.25	8.06
Michoacán	157.45	156	1,158.46	7.43
México	181.6	173.35	1,281.34	7.39
Distrito Federal	62.85	62.85	425.05	6.76
Zacatecas	1,305.63	925.63	5,826.00	6.29
Sonora	213	175	1,080.24	6.17
Jalisco	38.5	27	141.8	5.25
Puebla	8,740.88	8,740.77	39,554.60	4.52
Hidalgo	1,018.27	966	4,308.30	4.46
Durango	10,951.00	10,839.75	47,794.72	4.41
Guerrero	28.5	28	114.4	4.09
Nuevo León	1,958.60	1,908.60	6,472.68	3.39
Oaxaca	660.25	626	2,109.55	3.37
Chiapas	1,275.50	1,256.50	3,384.53	2.69
Querétaro	763.5	763.5	1,671.50	2.19
Guanajuato	31	31	66.9	2.16
Baja California	16	4	6.2	1.55
Morelos	13	0	0	0

Generalidades de la fenología del manzano

La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales como luz, temperatura, humedad. La emergencia de los cultivos, la brotación de los frutales, la floración, la fructificación, la madurez, etc. corresponden a estudios de fenología vegetal (Torres, 2001).

A continuación se describen las etapas del desarrollo fenológico del manzano para la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Caída de hojas

La temperatura tiene una acción directa sobre la planta durante esta época, ya que, a medida que ésta baja, igualmente actúa sobre yemas y hojas induciendo a generar mayor cantidad de sustancias inhibidoras, provocando la caída foliar y el inicio de la acumulación de frío para prepararse a la brotación (Coutanceau, 1971).

La caída de hojas se considera el final del ciclo vegetativo, el cual inicia a mediados de octubre para culminar a mediados de noviembre (Barrios, 1993). Diferentes hipótesis han sido planteadas para tratar de explicar los mecanismos fisiológicos que determinan la defoliación y ha sido aceptado que un balance hormonal dentro del árbol produce estos resultados mediante un antagonismo de promotores e inhibidores del crecimiento. Ambas sustancias suelen ser producidas en las hojas y yemas, para ser difundidas posteriormente hacia otros órganos del árbol donde también tiene un efecto su influencia (Calderón, 1989).

Reposo

Abarca a partir de mediados de noviembre hasta finales de febrero; en este periodo quedan parcialmente interrumpidas las funciones fisiológicas (Barrios, 1993), y otras son completamente detenidas (Coutanceau, 1971).

Desborre

Se presenta en el mes de marzo, cuando se manifiesta la renovación de la actividad vegetativa (Ramírez y Cepeda, 1993).

Brotación

Barrios (1993), menciona que esta etapa inicia en el mes de marzo, una vez cubiertas las necesidades de frío invernal, cuando la planta encuentra un equilibrio vía factores externos para brotar sus yemas.

El desarrollo de las flores coincide con la aparición de las primeras hojillas. Debido a las sustancias de reserva, se realizan las primeras etapas de vida de las yemas, durando hasta que el follaje haya alcanzado el suficiente desarrollo para satisfacer todas sus necesidades mediante sus funciones asimiladoras y transformadoras.

Floración

La floración es una manifestación que diferencia una planta madura de una planta joven según Ryugo (1993).

Calderón (1989), comenta que las flores de manzano abren en los meses de abril y mayo de manera espontánea y extensa, y que la época de floración está determinada por características genéticas de cada cultivar, Barrios (1993), explica que puede ser modificada por factores climáticos de cada región.

Ramírez y Cepeda (1993), afirman que la floración se ve afectada por las bajas temperaturas de inviernos benignos y esto puede provocar que la cosecha se adelante o se atrase.

Amarre de fruto y desarrollo

Leza (2008), explica que el cuajado viene acompañado por el marchitamiento de los pétalos, desprendimiento de anteras y cáliz además menciona que en el manzano solo el 5% de las flores “prenden”. De mayo a septiembre, empieza el periodo de máxima vegetación en el cual se presenta el desarrollo del fruto, así como la acumulación de reservas para el próximo ciclo. (Ramírez y Cepeda, 1993).

Ramírez (2002), afirma que el objetivo del árbol es conservar la especie, por esta razón el árbol producirá abundantes frutos y desechará los que tengan pocas semillas, por lo tanto, los frutos con muchas semillas atraen más metabolitos comparados con aquellos con pocas semillas, lo que originaría su abscisión.

Madurez de fruto

Se denomina así a los procesos por los que el fruto evoluciona hasta un estado a partir del cual podrá llegar a ser aceptable para el consumo.

Durante la maduración se producen en los frutos ciertos cambios físicos, bioquímicos y fisiológicos. Los cambios físicos incluyen disminución de la consistencia, cambios de textura, disminución de la clorofila e incremento de xantofilas y antocianinas. Los cambios químicos y fisiológicos internos incluyen una disminución del almidón, un incremento de azúcares, sólidos solubles y pectinas solubles, una disminución de la acidez y, en algunos casos, una disminución de la actividad respiratoria. (Westwood, 1982).

Cosecha

La cosecha inicia a finales de agosto y se alarga, en algunas regiones, hasta finales de septiembre. Para determinar el tiempo de cosecha existen diversos indicadores, tales como: firmeza, contenido de sólidos solubles, coloración de fruto, coloración café de la semilla y los días transcurridos desde la fecha de floración media hasta la madurez (Ramírez y Cepeda, 1993).

Barrios (1993), explica que la madurez del fruto para ser cosechado está determinada por su fisiología y por las exigencias del mercado.

Mutaciones

Se denomina mutación a las variaciones bruscas, discontinuas, aleatorias y heredadas. Una mutación génica es un cambio repentino en un gene particular, y al individuo que manifiesta el cambio se le denomina mutante.

Las mutaciones pueden ocurrir espontáneamente o pueden producirse por inducción. Ambos tipos de variación genética pueden utilizarse en un programa de mejoramiento (Jugenheimer, 1985).

Las mutaciones espontáneas ocurren en los árboles frutales con una frecuencia considerable y en un rango relativamente amplio y en algunos cultivares de manzano (*Malus domestica Borkh.*) los mutantes han reemplazado a los cultivares originales.

Los agentes mutagénicos inductores son la radiación cósmica (un complejo de radiaciones), temperaturas extremas y el envejecimiento. Las yemas que permanecen en reposo durante un largo periodo de tiempo y posteriormente se estimulan mediante una poda severa son susceptibles a sufrir mutagénesis espontánea. Dichas yemas pueden haber sido afectadas por los productos del metabolismo acumulados que han actuado como mutágenos (Moore y Janick, 1988).

Mutantes de Golden Delicious

Golden Delicious (Normal)

Fue descubierta en 1890 por Anderson H. Mullins, procedente de una semilla probablemente originaria del cruzamiento natural de “Golden Reineta” x “Grimes Golden”.

Dadas las excelentes características del árbol y del fruto (producción elevada y regular, coloración de un amarillo atractivo, gran calibre, buena calidad gustativa y larga conservación) rápidamente se convirtió en la variedad más popular en todo el mundo. Posteriormente se ha utilizado como parental para la obtención de nuevas variedades.

A escala mundial, las variedades del grupo “Golden” son las más producidas. La unión europea es el primer productor mundial de “Golden”, con una media de 1.9 millones de toneladas anuales, que representa el 37% de la producción (Iglesias *et al.*, n. d).

Características

El árbol

El árbol presenta un vigor medio, con facilidad para ramificar. Los ángulos de inserción de las ramas son bastante abiertos. La fructificación es Tipo III. Álvarez (1974), aconseja el cultivo sobre los portainjertos M-2, 7, 9, 25, y 26 y sobre los MM-106 y 111.

Sus requerimientos de frío van desde 900 a 1,200 horas (Vázquez *et al.*, 2010) pudiendo llegar hasta las 1,275 según Ghariani y Stebbins, (1994).

El fruto

El fruto varía de un color verde-amarillo a amarillo- dorado a medida que madura y, a veces, puede presentar una cara ligeramente rosada. El pedúnculo es largo o muy largo, la carne blanco-amarillenta y firme (Álvarez, 1974). Presenta lenticelas muy marcadas, de color pardo, rugosas, que en situaciones favorables están envueltas por un muy característico russeting lenticelar, Iglesias *et al.*, (n. d), afirma que la alta sensibilidad de los frutos al russeting constituye uno de los factores que hacen disminuir la calidad comercial de esta variedad.

La mayoría de las variedades de este grupo presentan frutos de calibre mediano a grande, en general superiores a 75 mm. La forma es troncocónica, más redondeada en situaciones de llanura y más alargada en zonas de montaña. Presenta una cutícula muy fina, con lo cual los frutos resultan muy sensibles a las manipulaciones. La carne es de textura fina, jugosa, de color blanco, dulce, ligeramente acidulado y aromático.

La oxidación de la pulpa al cortarla es bastante lenta (Root, 1996).

Luna (2004), describe que el número de frutos en promedio por árbol es de 257, y un rendimiento en kilogramos promedio por árbol de 32.030 kg., por lo tanto el rendimiento promedio por hectárea es de 53, 394.010 kg.

Golden Delicious es la variedad de referencia, de ella cabe destacar numerosas ventajas, como la rusticidad y plasticidad, buen ramaje, vigor medio, fácil formación, adaptabilidad a numerosos sistemas de conducción, rápida entrada en producción y producciones regulares y elevadas.

Floración y polinización

Iglesias *et al.*, (n. d), menciona que la floración es abundante sobre lamburdas situadas sobre madera de dos años y sobre brindillas coronadas del año anterior y que algunos años produce también sobre yemas axilares situadas sobre madera del año anterior además que los frutos de mejor calidad se producen sobre las brindillas coronadas. La época de floración es mediana.

Se comporta como una excelente polinizadora para la mayoría de las variedades comerciales (Álvarez, 1974).

El rango aproximado para la ocurrencia de yemas florales en punta plateada a final de floración fue de 35 días para Golden normal, en un estudio realizado por Luna (2004), en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Recolección

Un buen indicador para determinar la fecha óptima de cosecha es el análisis del almidón. También es una ayuda importante el contenido de sólidos solubles (>13 °Brix), la firmeza (6-7 kg/cm²) y una acidez inferior a 7 f/l de equivalente de ácido málico (Iglesias *et al.*, n. d).

Conservación

Iglesias *et al.*, (n. d), explica que Golden Delicious es una variedad que tiene un buen comportamiento en frigoconservación que permite mantener sus características cualitativas hasta por 4-6 meses después de la cosecha en un régimen de atmosfera controlada.

Golden Aguanueva I

Actualmente existe poca información a acerca de este cultivar a pesar de ser uno de los primeros generados en huertos del Sr. Antonio Rumayor de la Fuente, Vázquez *et al.*, (2010) lo menciona dentro del trabajo titulado “Las variedades de manzano en México” donde refiere que Golden Aguanueva I se presentó en las localidades de Coahuila y Nuevo León como mutación del Golden Delicious normal y que se caracteriza por mantener la excelente calidad de fruta pero con la diferencia de presentar bajos requerimientos de frío.

Características

El árbol

Sobresale por su bajo requerimiento de frío (650 horas), formación de sus yemas florales en madera de uno y dos años, la brotación de sus yemas florales más temprano que otros cultivares además de su capacidad para polinizar variedades de baja fertilidad como Red Delicious Vázquez *et al.*, (2010), refiere que Aguanueva II requiere de 650 horas frío.

La altitud recomendada para su óptimo desarrollo es de 2,000 a 2,200 msnm.

Floración y polinización

Su floración se presenta desde la primera quincena de febrero. El periodo desde la floración a madurez de fruto es de 130 días.

El fruto

Presenta madurez de cosecha la segunda quincena de junio, la forma del fruto es semialargada de tamaño medio, con un peso de 150g. con un buen raleo, el color es amarillo, pudiendo presentar un “chapeado” si está expuesto al sol, es crujiente, jugoso, el contenido de sólidos solubles es de 16 y 4.6 de acidez, es medianamente susceptible a paño (Fernández *et al.*, 2010).

Golden Aguanueva II

El Agua Nueva II se presentó como una mutación espontánea de yema del cv. Golden Delicious, en el año de 1974, en la localidad de Aguanueva, Coahuila, de ahí que reciba el citado nombre (Lara, 1984).

Características

El árbol

Es un material que requiere de 400 a 500 unidades frío para su brotación y floración, injertados sobre MM 106 (Ibáñez *et al.*, 2000). De igual manera Vázquez *et al.*, (2010), refiere que Aguanueva II requiere de 550 horas frío, mientras que Miranda, (1997) menciona que el mayor porcentaje de brotación sucedió a 550 unidades frío.

El crecimiento vegetativo, Villalpando (1987), para Aguanueva II fue vigoroso debido a que la brotación se presenta aproximadamente con un mes de anterioridad en relación al cv. Golden Delicious.

El fruto

La tendencia del fruto Aguanueva II es hacia una forma casi esférica, 8.8 kg/cm² de firmeza, el contenido de sólidos solubles al momento de la cosecha fue de 14.59, diámetro polar 5.25 y diámetro ecuatorial de 5.82.

El fruto del mutante Aguanueva II presenta de igual a mejor calidad que Golden Delicious (Villalpando, 1987).

Floración y polinización

En el manzano Aguanueva II hay autoincompatibilidad gametofítica (Cruz *et al.*, 2002), lo que la hace más productiva y con una calidad de fruta igual que Golden Normal (Saavedra, 1987).

Vázquez *et al.*, (2010) indican que la formación de sus yemas florales se observa en madera de uno y dos años.

La iniciación floral ocurre un mes más temprano, mostrando un adelanto durante todo el proceso de diferenciación floral y por tanto una cosecha temprana (López, 1982).

Conservación

Las buenas características de firmeza que presenta el fruto de Aguanueva II lo hacen atractivo, representando posibilidades de mayor periodo de almacén en frigorífico que el cv. Golden Delicious.

Golden Brotador

Fue descubierto por el Sr. Mario Padilla Durán en la huerta el “Conejo” ubicada en San Antonio de las Alazanas, municipio de Arteaga, Coahuila, México.

Características

El árbol

Requiere para su óptimo desarrollo una altitud de 2,300 msnm. (Fernández *et al.*, 2010).

Se recomiendan los portainjertos MM-106 y MM-109, en densidades mínimas de 650 árboles/hectárea, condiciones atmosféricas que le permitan acumular de 530 a 550 horas frío para lograr un rendimiento potencial promedio de 31.5 kg por árbol (Contreras y Vázquez, 2010).

El fruto

El fruto es de tamaño mediano a grande, con un diámetro ecuatorial promedio de 75.8 y un peso de 209.8 g. la forma del fruto es redondo-cónico, con piel blanca amarillenta al madurar, presenta un leve paño o russet pedúncular. El pedúnculo posee una longitud que va de media a larga (Contreras y Vázquez, 2010).

Fernández *et al.*, (2010), mencionan que Golden Brotador presenta 13.4 °Brix, mientras que Contreras y Vázquez (2010), registraron 14.4 °Brix en promedio y Luna en 2004, 16.20 °Brix a los 45 días de refrigeración.

La pulpa es de coloración blanca- cremosa, suave a poco áspera, jugosa, firme y crujiente.

Floración y polinización

El periodo de plena floración a cosecha promedio es de 133 a 137 días, dando inicio a finales de marzo o principios de abril, requiere polinizadores diploides compatibles, por ejemplo, la variedad Manchurian (Contreras y Vázquez, 2010).

Es una variedad precoz por tal motivo se recomienda la instalación de equipo para controlar las heladas tardías con la finalidad de evitar el daño durante la floración.

Recolección

Contreras y Vázquez (2010), exponen que Golden Brotador es de maduración temprana, cosechándose la primera decena de agosto y además presenta un buen comportamiento en almacén.

Golden Paco

Fue descubierto por el Sr. Francisco de la Peña en su huerta del Ejido San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila, México, se le conoce con el sinónimo de “Golden Frondoso”.

Características

El árbol

Se estima un requerimiento de frío de 530 a 545 unidades (Modelo Utah). El rendimiento potencial promedio se estima en 28.6 kg./árbol. Se ha observado susceptibilidad a cenicilla polvorienta y no se han detectado desordenes fisiológicos. Se recomiendan los portainjertos MM-106 y MM-109 en densidades mínimas de 650 árboles/ha, en un sistema de conducción de líder central.

El fruto

Produce un fruto de tamaño mediano a grande, el diámetro ecuatorial y peso promedio observados durante 2007 a 2009 fue de 74.5 mm. y 190.4 g., respectivamente; es decir, categoría 100-113 (manzanas por caja de 18.6 kg.), la forma del fruto es redondo-cónico, con piel lisa y de coloración blanca amarillenta al madurar, con un rubor rosado, presenta menos paño o russet pedicular y más lenticelas que “Brotador”. La longitud del pedúnculo es de mediano a largo.

Al madurar el fruto tiene un sabor poco más dulce que “Brotador”, se han registrado 14.4 °Brix en promedio a la cosecha. La pulpa es blanca-cremosa, jugosa, más firme y crujiente.

Floración y polinización

La etapa de plena floración se ha presentado muy similar a “Brotador” (finales de marzo a principios de abril). El periodo de plena floración a cosecha promedio es de 135 a 139 días.

Recolección

La maduración del fruto del mutante “Paco” se ha registrado los primeros diez días de agosto.

Conservación

Se recomienda aplicar calcio foliar para asegurar la calidad del fruto poscosecha, principalmente si la producción se va a almacenar por más de tres meses para reducir el riesgo a bitterpit (Contreras y Vázquez, 2010).

Golden Tunal

Este mutante fue seleccionado en 2002 por el Dr. Valdemar González Reyna en una huerta del ejido “El Tunal” del municipio de Arteaga, Coahuila. No se le conocen sinónimos.

Características

El árbol

Se estima que posee un requerimiento de frío de 340 a 350 unidades (Modelo Utah). El rendimiento potencial promedio se estima en 28.3 kg. por

árbol. Se ha observado susceptibilidad a cenicilla polvorienta y no se han detectado desordenes fisiológicos.

Es sugerible utilizar los portainjertos MM-106 y MM-109 en densidades mínimas de 650 árboles/ha., en un sistema de conducción de líder central.

El fruto

El fruto de “Tunal” es de tamaño medio a grande, el diámetro ecuatorial y peso promedio observados durante 2007 a 2009 fue de 74.2 mm. y 188.5 g., respectivamente; es decir, categoría 100-113 (manzanas por caja de 18.6 kg.), la forma del fruto es cónica redondeada, con piel lisa, brillante, delgada, amarillo claro al madurar, presenta menos paño pedúncular y menos lenticelas que “Brotador” y “Paco”, la longitud del pedúnculo es mediano.

El sabor de la fruta es dulce, la pulpa es firme, jugosa, blanca- cremosa. Presentó en promedio 14.56 °Brix y 7.65 kilogramos de firmeza a la cosecha.

Floración y polinización

La etapa de plena floración se ha presentado la primera decena de marzo. El periodo de plena floración a cosecha promedio se estima en 130 a 135 días. Dada su precocidad en floración se recomienda utilizar materiales polinizadores tempranos como Galas, Celia y otros mutantes.

Recolección

La maduración del fruto del mutante “Tunal” se ha registrado la última semana de julio, casi junto con las Galas.

Conservación

Para mejorar la calidad poscosecha se recomienda aplicar calcio foliar, si la producción se almacenará más de tres meses (Contreras y Vázquez, 2010).

Golden Vigas

Características

El árbol

Su desarrollo vegetativo es bueno, el árbol es susceptible a cenicilla y a paño. El promedio de producción de un árbol de 10 años es de 3 a 4 cajas, con un peso aproximado por caja de 20 kg. Es un árbol de tamaño compacto que se desarrolla adecuadamente en el portainjerto MM 106.

Es precoz con una alternancia no muy marcada, con una productividad global excelente. El requerimiento de horas frío es de 750. Es susceptible a las heladas si la plantación no se encuentra bien ubicada (Oyervides, 1994 citado por Zavala, 1994).

El fruto

Fruto achatado, no muy grande, de color amarillo, se usa principalmente para el consumo fresco e industrial, es de sabor dulce.

Zavala (1994), reportó que el diámetro ecuatorial del fruto es de 6.84 cm., firmeza de 9.2 kg/cm², contenido de sólidos solubles de 16.42 y el peso de fruto promedio de 122 g. contrastando con Luna (2004), quien menciona que el peso promedio es de 148.73 g., firmeza de 13.79 kg/cm² de presión y 13.84 °Brix.

Floración y polinización

Los días en promedio de floración a cosecha son 160 presentando autocompatibilidad parcial.

Conservación

El almacenamiento del fruto varía de acuerdo al tipo de almacén utilizado, en los convencionales es de 120 días y en los de atmósfera controlada es de 240 días (Oyervides, 1994 citado por Zavala, 1994).

Golden Verde y Golden Alazanas

Actualmente existe información que se está procesando acerca de estos mutantes que son poco conocidos y de los cuales cabe mencionar algunas características por ejemplo Golden Verde presenta un comportamiento similar al Golden Aguanueva II marcándose una diferencia en la coloración de fruto al ser menos amarillo.

Directrices para la Ejecución del Examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad en Manzano

Las presentes Directrices de Examen son propuestas por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) y se aplican a todas las variedades de *Malus domestica Borkh*, a excepción de las variedades utilizadas únicamente como portainjertos. La finalidad de estas directrices es servir de orientación práctica y detallada con el propósito de producir descripciones adecuadas.

Descriptores del árbol

UPOV 1.- Vigor: Vigor global del árbol. Clases: muy débil, débil, medio, elevado y muy elevado.

UPOV 2.- Tipo de árbol: Clases: Columnar, ramificado.

Columnar: tipo de árbol compacto que carece prácticamente de ramas laterales, de cuyo tallo principal se desarrollan brotes cortos muy poco separados entre sí y que dan fruto.

Ramificado: tipo de árbol con ramas bien desarrolladas.

UPOV 3.- Tipo de hábito: Sólo variedades que tienen un tipo de árbol ramificado. Las observaciones deben realizarse en invierno, en árboles sin hoja. Ejemplos: erguido (Benoni, Gloster), extendido (Bramley's Seedling, Jonagold), colgante (Jonathan), llorón (Nield's Drooper, Rome Beauty), Figura 1.

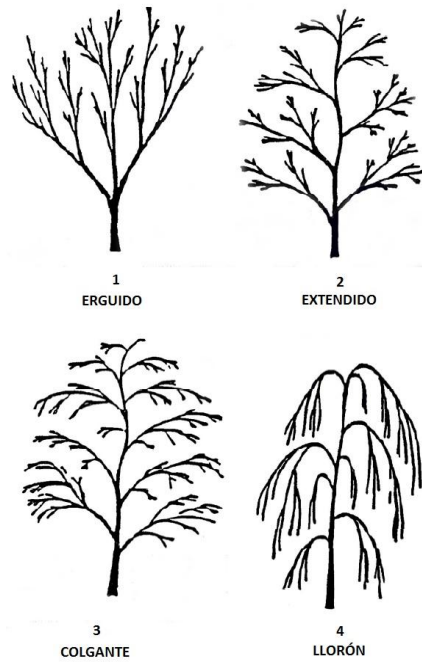


Figura 1. Tipo de hábito

UPOV 4.- Tipo de fructificación

Tipo I: fructificación únicamente en lamburdas. La zona de fructificación tiende a permanecer cerca del tronco (Starkrimson Delicious).

Tipo II: fructificación predominante en lamburdas pero también hay fructificación en brindillas o posición terminal. Esta es una variación del tipo I en la que hay más ramificación y una mayor tendencia de la zona productiva a alejarse de tronco (Pippins).

Tipo III: predomina la fructificación en brindillas o posición terminal, pero pueden fructificar también en lamburdas. La zona productiva tiende a moverse rápidamente lejos del tronco hacia el exterior del árbol (Golden Delicious).

Tipo IV: fructificación únicamente en brindillas o posición terminal. Hay una fuerte tendencia de los tallos (mitad inferior) a estar sin hojas ni frutos, es decir, "desnudo" o "ciego". Hay una tendencia fuerte a que la madera fructífera se ubique en los extremos de las ramas (Rome Beauty, Granny Smith) (Watkins y Smith, 1982), Figura 2.

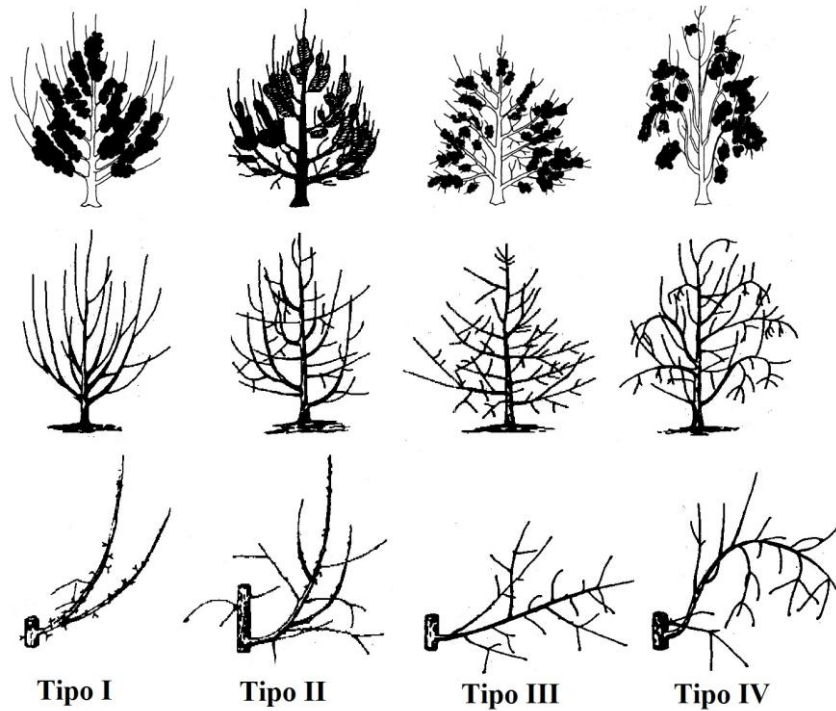


Figura 2. Tipo de fructificación (Lespinasse, 1980).

Descriptor de caracteres morfológicos de los frutos

UPOV 24.- Tamaño del fruto: Muy pequeño (Api Noir), muy pequeño a pequeño (Golden Harvey), pequeño (Akane, Miller’s Seedling), pequeño a medio (Alkmene), medio (Cox’s Orange Pippin), medio a grande (Gravensteiner), grande (Mutsu), grande a muy grande (Bramley’s Seedling), muy grande (Howgate Wonder).

UPOV 25.- Altura: Corresponde a la altura máxima (en mm) (Figura 3).

Clases: Corta (Auralia), Media (James Grieve), Alta (Cadeltdona).

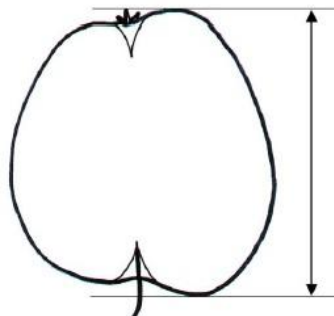


Figura 3. Corte longitudinal, detalle de determinación de la altura máxima.

UPOV 26.- Diámetro: Corresponde al diámetro máximo (en mm), Figura 4.
Clases: Pequeño (Orei), Medio (Golden Delicious), Grande (Melrose).

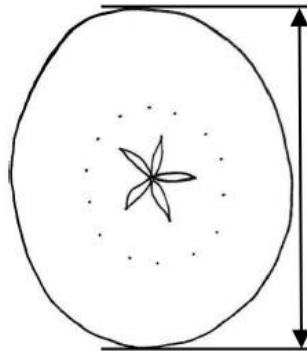


Figura 4. Corte transversal, detalle de determinación del diámetro máximo.

UPOV 27.- Relación altura/diámetro: Relación que se obtiene al dividir la altura máxima entre el diámetro máximo. Clases: muy pequeña (≤ 0.75), pequeña (0.76-0.85), mediana (0.86-0.95), grande (0.96-1.05) y muy grande (1.05).

UPOV 28.- Forma de fruto: Se define principalmente en función de las relaciones altura/diámetro y anchura de la cavidad ocular/anchura de la cavidad peduncular, así como la posición del diámetro máximo (Figura 5).

Las 17 formas de fruto se muestran en la siguiente figura.

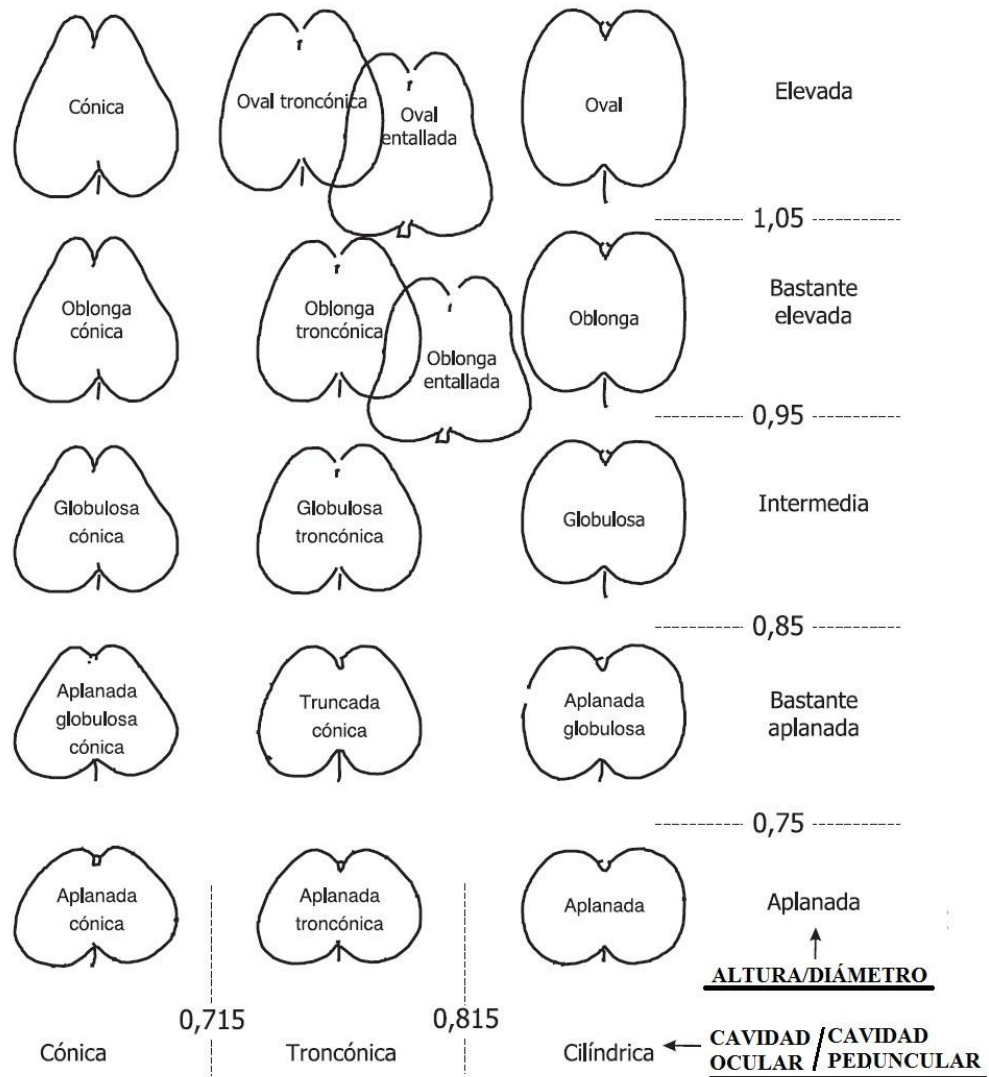


Figura 5. Forma Global del Fruto

UPOV 56.- Época de cosecha: La época de la cosecha es el momento más adecuado para recolectar los frutos de manera que se hallen en condiciones óptimas para el consumo. Clases: muy temprana (Vista Bella), temprana (Discovery, Jersey mac, Sunrise), media (Cox's Orange Pippin, Elstar, Gala), tardía (Golden Delicious, Jonagold), muy tardía (Granny Smith, Cripps Pink).

Semilla

En las angiospermas, tras la polinización y la fecundación se inicia la formación de las semillas las cuales se convertirán en los centros de control del desarrollo del fruto.

En determinados frutos como por ejemplo, *Vitis vinífera*, *Cheiranthuscheiri*, tomate o el manzano, el peso final es proporcional con frecuencia al número de semillas desarrolladas.

El tamaño y la forma de algunos frutos pueden presentar ciertas alteraciones como consecuencia del aborto de algunas semillas y el desarrollo deficiente de los tejidos próximos a ellas. En algunos casos, el aborto masivo de las semillas ha dado lugar a una caída prematura de los frutos.

Una vez que ha comenzado el desarrollo de las semillas, éstas adquieren un extraordinario protagonismo sobre la regulación del crecimiento y el desarrollo del fruto. En muchos frutos se ha demostrado la existencia de una relación lineal entre número y tamaño de las semillas con la tasa del crecimiento, el tamaño y peso final del fruto, tal como se comentó anteriormente. Este efecto es debido en gran medida a la intensa actividad de biosíntesis de sustancias hormonales localizada en ellas.

Una estrecha relación parece establecerse entre la producción de AIA, giberelinas y citoquininas por parte de las semillas y el crecimiento del fruto. Este hecho sugiere que las semillas ejercen una profunda influencia en el desarrollo de los tejidos del fruto, y que regulan su crecimiento hormonalmente, es decir, por las sustancias de crecimiento que poseen, y que son limitantes en los tejidos del fruto (Carmona, 1997).

Parámetros de calidad en fruto

La metodología para la obtención de nuevos materiales, describe los parámetros para evaluar la calidad de fruto producida por los nuevos materiales (Plovdiv, 1983, citado por Vázquez, 2001).

Mediciones en la fruta

Se toma una muestra de 15 a 30 frutos en muy raras ocasiones hasta 50. De los diferentes atributos que engloban la calidad han adquirido una especial relevancia los relacionados con los aspectos sensoriales y nutricionales, tanto la calidad organoléptica como la nutritiva son reflejo de la composición química del fruto, ya que determina las características sensoriales que evalúa directamente el consumidor con sus sentidos, color, aroma, sabor, y textura.

El estado de madurez en la recolección tiene un papel esencial en la composición química del fruto y por lo tanto en los atributos de calidad.

Firmeza

La firmeza se usa principalmente como índice de cosecha y es medido con un instrumento (penetrómetro) que registra la fuerza necesaria para una determinada deformación o resistencia a la penetración de un émbolo de dimensiones conocidas (López, 2003).

A pesar de su efectividad, esta metodología tiene como inconvenientes que es destructiva y se realiza en puntos concretos, por lo que no permite la evaluación de algunos aspectos relacionados con la textura del fruto (Duprat *et al.*, 1997, citado por Molina *et al.*, 2006).

La firmeza y el color son los principales parámetros para estimar el grado de madurez de un fruto ya que la maduración inicialmente mejora y ablanda la textura del fruto, lo que asociado a los cambios en el sabor y color, hace que alcance la máxima calidad comestible. Sin embargo, a medida que este proceso continúa, se produce la sobre maduración, que conduce en última instancia a la desorganización de los tejidos y descomposición del producto (López, 2003).

Color

El cambio de color es el síntoma externo más evidente de la maduración y se debe, en primera instancia, a la degradación de la clorofila (pérdida del color verde) y a la síntesis de los pigmentos específicos de la especie (Romojaro, 2003).

Algunas variedades de manzana presentan más de un color, el de fondo, cuyos cambios están asociados a la madurez y el de cubrimiento que en muchos casos es un aspecto varietal.

Para la determinación de la madurez sobre la base del color, se utilizan escalas visuales que ilustran el desarrollo o porcentaje de cubrimiento de la superficie del fruto con el color deseado o mediante la medición objetiva empleando colorímetros (López, 2003).

Tamaño y forma

Para López, (2003) el tamaño es uno de los principales indicadores del momento de cosecha y en muchos casos está directamente asociado a otros aspectos de la calidad como el sabor o textura.

Análisis químico

Se toman de 1.5 -2.0 kg. de fruta (no menos de 10 frutos), se empacan, identifican y se anota la fecha de cosecha, se llevan a laboratorio inmediatamente después de la cosecha y se conservan en refrigeración hasta el momento del análisis, esto debe hacerse en época de plena producción durante 2 o 3 años y se determinan:

Sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles es un buen estimador del contenido de azúcar en los jugos de frutas, ya que ésta representa más del 90% de la materia soluble en la mayoría de ellos.

Existen diversos instrumentos que miden esta variación, pero el más útil para nuestros fines es el refractómetro de mano. Éste consiste de un tubo con

un prisma en su interior que dirige el rayo de luz incidente hacia una escala observable en un ocular. Al colocar una muestra líquida sobre el prisma (dos o tres gotas), ésta ocasiona una desviación proporcional a la cantidad de sólidos disueltos. Esta desviación es leída en la escala como porcentaje de azúcar, conocida también como grados Brix.

Sabor

Moore y Janick, (1988) afirman que el sabor es el componente más importante de la calidad en los productos procesados. La concentración de moléculas de sabor son altas en frutos de bajo y moderado tamaño, así como en aquellos frutos que estuvieron sometidos a plena incidencia solar aunada a una mayor madurez de fruto. (Miller *et al.*, 1997).

Conservación

Se toman de 20-50 kg. de frutos, se ponen en refrigeración en cajas desinfectadas en condiciones de humedad y temperatura adecuadas, se observan la presencia de enfermedades, deshidratación y pérdidas.

Al principio y al final del almacenamiento se hacen análisis químicos y finalmente análisis degustativo.

Aptitud de industrializarse

Se industrializa en almíbar, jugos, néctares, mermelada, secos y congelados. Se utilizan 15 kg., en pomáceas y 1 kg., en drupas. Todos estos productos se evalúan por el comité de degustación. (Plovdiv (1983), citado por Vázquez, 2001).

Parámetros a evaluar en fenología de árboles frutales.

Plovdiv (1983), (citado por Vázquez, 2001), menciona dentro de su metodología para la obtención de nuevos materiales en árboles frutales considerar los siguientes parámetros a evaluar:

Floración

Principio de floración: Cuando el 5% de las flores han abierto.

Final de plena floración: Cuando el 75% de ellas han abierto.

Final de floración: Cuando el 5% no han abierto.

Época de inicio de la floración (UPOV 55): Clases: muy temprana (3ª decena de marzo), muy temprana a temprana (3ª decena de marzo a primera abril), temprana (1ª decena de abril), temprano a intermedio (2ª decena de abril), intermedia (2ª a 3ª decena de abril, concordante con la variedad de referencia ‘Golden Delicious’), intermedia a tardía (3ª decena de abril), tardía (3ª decena de abril a 1ª decena de mayo), tardía (1ª decena de mayo) y muy tardía (1ª a 2ª decena de mayo).

Tiempo del período de floración a cosecha

Desde que el 5% de las flores han florecido hasta la cosecha.

Tiempo del período vegetativo

Se cuenta en días desde el inicio de la brotación de las yemas vegetativas hasta el final de la caída de hojas (cuando se han caído más del 75% de las hojas).

Horas frío

Se ha postulado que el frío invernal en manzano es un factor necesario para que las yemas latentes puedan romper con el estado de receso invernal o endodormancia y retomar el crecimiento durante la primavera (Saure, 1985; Lang, 1987 citados por Pérez, 2008).

Elias y Castellví (2001) mencionan que las horas frío empiezan a contabilizarse a partir del momento en que se registran temperaturas inferiores a 7 °C y que para fijar la fecha tope de acumulación de horas frío, pueden hacerse acumulaciones progresivas por quincenas hasta 1 y 15 de febrero, 1 y 15 de marzo y 1 de abril.

El número de horas frío acumulado en cada localidad nos permite interpretar las condiciones meteorológicas locales y determinar por medio de fórmulas y modelos las condiciones a las cuales estuvieron expuestas las huertas. A continuación se mencionan algunos de los métodos más empleados.

Método de Weinberger

Este método relaciona el número de horas frío (horas con temperaturas por debajo de 7 °C) con la temperatura media de diciembre y enero. El número de horas por debajo de 7 °C se determina mediante la tabla siguiente:

Temperatura	13.2	12.3	11.4	10.6	9.8	9.0	8.3	7.6	6.9	6.3	5.7
Horas con una $\underline{T} < 7$ °C	450	550	650	750	850	950	1,050	1,150	1,250	1,350	1,450

Donde \underline{T} es la medida de las temperaturas medias de diciembre y enero, es decir:

$$\underline{T} = T_D + T_E / 2$$

Método de Damota

Según Damota, el número de horas por debajo de 7 °C se calcula mediante la relación siguiente:

$$Y = 485.1 - 28.5 (X)$$

Dónde:

Y= número mensual de horas por debajo de 7 °C.

X= temperatura media mensual (°C).

Método de Crossa-Reynaud

Establece una relación entre el número de horas por debajo de 7 °C y las temperaturas extremas diarias. Para determinar el número diario de horas frío utiliza la formula:

$$n = 24 \frac{(7 - T_M)}{(T_M - T_m)}$$

Siendo:

n= número diario de horas por debajo de 7 °C.

T_M= temperatura máxima diaria.

T_m= temperatura mínima diaria.

Modelo Utah

El modelo Utah de las unidades frío (UF) define una UF como la permanencia de las yemas por un período de 1 h. en un rango de temperaturas consideradas óptimas (2.5-12.5 °C) para acumular frío. Temperaturas < 1.4 °C no contribuyen a la acumulación de frío y se le asigna un valor 0; temperaturas entre 1.5 y 2.4 °C contribuyen con 0.5 UF; temperaturas entre 12.5 y 15.9 °C tampoco contribuyen a la acumulación de frío, mientras que temperaturas entre 16 y 18 °C contribuyen negativamente -0.5 UF; y a temperaturas mayores de 18 °C se les asigna un valor de -1 UF, es decir restando valores a las unidades de frío acumuladas por las temperaturas ubicadas en el rango de 1.5 y 12.5 °C (Richardson *et al.*, 1974).

La conversión de temperaturas en unidades frío es la siguiente:

Cuadro 2. Conversión de temperaturas Modelo Utah

Temperatura	Unidades frío
$T_a \leq 1.4$	0
$1.5 < T_a \leq 2.4$	0.5
$2.5 < T_a \leq 9.0$	1
$9.1 < T_a \leq 12.5$	0.5
$12.5 < T_a \leq 15.9$	0
$16.0 < T_a \leq 18$	-0.5
$T_a > 18$	-1

Grados calor día

Para Torres (1995), una planta, para completar su ciclo vegetativo, debe acumular cierto número de grados temperatura; por lo tanto, se han ideado varios métodos para controlar la acumulación progresiva de grados. El método más sencillo es el de suma de temperaturas medias diarias, propuesto por Reamur, que consiste en sumar las temperaturas medias diarias, ya sea entre dos fases o durante todo el ciclo; sin embargo, este método no ha dado los resultados esperados debido posiblemente a que los demás factores que intervienen en el desarrollo vegetal, son una variable no considerada en el método, ni tampoco las temperaturas de bajo de 0 °C.

Otro método es el llamado crecimiento grados día cuyo procedimiento se basa en que toda la planta comienza a crecer por encima de una temperatura llamada punto crítico. Los grados temperatura que diariamente se registran por encima del punto crítico, se acumularan hasta alcanzar, al completarse el ciclo vegetativo, una constante térmica.

Es muy importante considerar que el punto crítico es variable para diferentes cultivos, generalmente es una temperatura cercana a 6 °C o 7 °C a partir de la que entra en actividad (crecimiento) la planta.

Método residual

Es el que más se ha utilizado para estimar unidades calor que se calculan así:

$$U.C = (TM - PC)$$

Dónde:

U.C= unidades calor para un día (grados calor día).

TM= temperatura media.

PC= punto crítico.

Se consideran unidades calor cuando el resultado es positivo. Sin embargo la acumulación de unidades calor durante una etapa vegetativa es algo variable para lugares diferentes y en un mismo lugar para años diferentes. La duración del día astronómico o fotoperiodo es en parte, responsable de la variación señalada y el método se puede mejorar introduciendo un factor de fotoperiodo, cuya unidad sea correspondiente a un día de 12 hr., con esta modificación la formula quedaría:

$$\text{GCD} = \frac{N(\text{TM} - \text{PC})}{12}$$

Dónde:

GCD= unidades calor para un día (grados calor día).

N= fotoperiodo.

TM= temperatura media.

PC= punto crítico.

Método 10/30

Se le conoce así debido a que solamente acepta temperaturas que van de los 10 a los 30 °C para ser contabilizadas sus U. Térmicas, quedando en claro que en caso que la temperatura mínima sea inferior a los 10 °C se sustituirá en la formula por 10 °C se procederá de igual forma si la temperatura máxima rebasa los 30 °C quedando éste valor en la fórmula. El factor 10 es una constante definida.

Para calcular U. Térmicas por éste método, se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{U.C} = \frac{\text{temp.max} + \text{temp. min.} - 10}{2}$$

Método Básico

Es un método muy sencillo el cual solo requiere temperaturas máximas y mínimas para obtener la temperatura media diaria, de las cuales su sumatoria, permitirá la determinación de las U.C ya sea de una etapa fenológica en específico o de su constante térmica (Barrios, 1993). Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$U.C = t_i$$

Dónde:

U.C= son las unidades calor.

t_i = temperatura media diaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se ubica en el ejido San Antonio de las Alazanas localizado en el Municipio de Arteaga, Coahuila, se encuentra en las coordenadas 25° 16' Latitud Norte, 100° 34' Longitud Oeste a 2,195 msnm. (Contreras y Vázquez, 2010), además del ejido Huachichil en Arteaga, Coahuila, ubicado en los 19° 29' Latitud Norte y 98° 53' Longitud Oeste, tiene una altitud de 2,240 msnm. (Olvera *et al.*, 2010) (Figura 6).

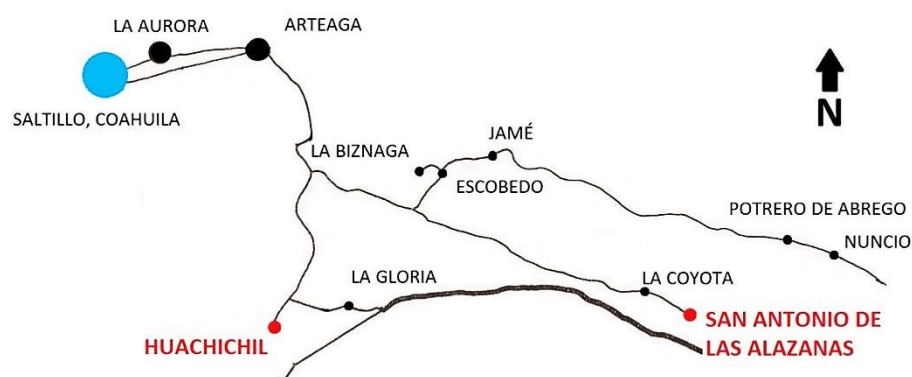


Figura 6. Ubicación de las localidades de estudio, Huachichil y San Antonio de las Alazanas, en el municipio de Arteaga, Coahuila.

Material vegetativo utilizado

Los materiales utilizados por localidad para realizar la caracterización de los mutantes de Golden Delicious fueron los siguientes:

En Huachichil se utilizaron los mutantes Golden Vigas, Golden Mario (Brotador), Golden Verde, Golden Aguanueva II y Golden Delicious “Normal” como testigo.

Para la localidad de San Antonio de las Alazanas se utilizaron los mutantes; Golden Aguanueva I, Golden Mario (Brotador), Golden Paco (Fronroso), Golden Vigas, Golden Tunal, Golden Alazanas.

Fenología

Las observaciones fenológicas de los mutantes se realizaron tomando como punto de partida el día 15 de diciembre de 2009 y 15 de diciembre de 2010 para los ciclos agrícolas 2009-2010 y 2010-2011, respectivamente.

Mediante visitas continuas a las huertas se levantaron datos de la evolución de las variedades. Solo se consideró a las principales fases de floración (puntas verdes, primera flor, floración completa, caída de pétalos y amarre de fruto) y etapas fenológicas (caída de hojas, periodo vegetativo, periodo de floración, periodo de floración a cosecha y fecha de cosecha), para esquematizar el comportamiento de los materiales, con la finalidad de poder determinar la factibilidad del uso de los mismos en determinada localidad.

Se consideró la metodología para la obtención de nuevos materiales en árboles frutales para determinar la presencia de una fase fenológica en el árbol la cual se determina cuando más del 5% de las yemas manifiestan este cambio, de igual manera, la definición del término de dicha fase, se considera cuando más del 95% de las yemas del árbol lo manifiestan. Una vez obtenidos los datos de campo se contabilizaron los días a cada una de las fases a partir del 15 de diciembre del año anterior y se graficaron con la finalidad de caracterizarlos fenológicamente.

Evaluación de calidad de fruto

Para la prueba de calidad de fruto, una vez cosechada cada rama se obtuvo el dato de rendimiento de la rama y número de frutos, posteriormente fueron valorados cinco frutos de cada mutante para determinar diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso de fruto, tamaño de fruto y número de semillas.

La medición de sólidos solubles totales (°Brix) se realizó solamente para la carta de caracterización de cada mutante, la firmeza del fruto no fue necesaria determinarla, puesto que son valores que las variedades comerciales tienen bien reconocidos por el manejo que el productor hace en la huerta. Sin embargo los valores de firmeza que el productor maneja promedian las 14 lb/pul² y de 12 °Brix cuando se cosecha para almacenar en frío y 14 para venta al pie de huerta.



Figura 7. Cosecha de fruto

Las evaluaciones se llevaron a cabo en las instalaciones del INIFAP Campo Experimental Saltillo.

Peso de fruto

La determinación de peso de fruto se realizó con una báscula marca Torrey con capacidad para 5 kg., los datos obtenidos se expresaron en gramos.

Tamaño de fruto

Se consideró realizar un promedio entre el diámetro polar y ecuatorial para tener una apreciación más clara del tamaño del fruto.

Diámetro polar y ecuatorial

Se utilizó un calibrador vernier digital marca Surtek. El diámetro polar se tomó del ápice al pedúnculo y el ecuatorial a lo ancho del fruto (Figura 8), como lo menciona la UPOV en sus descriptores 25 y 26. Los datos se registraron en milímetros.



Figura 8. Medición de diámetro polar y ecuatorial en fruto.

Número de semillas

Para el conteo de semillas fue necesario cortar los frutos ecuatorialmente para facilitar el conteo, finalmente se tomaron fotografías para observar también el color de la pulpa.



Figura 9. Conteo de semillas en el mutante Golden Vigas de San Antonio de las Alazanas, 2011.

Análisis estadístico

El Diseño Bloques al azar con arreglo factorial en dos localidades independientes resulta ser el más adecuado para esta investigación.

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + V_j + VR_{ji} + VM_{jk} + E_{ijk}.$$

i = repeticiones. (Arboles que se muestrearon)

j = variedades. (Cada genotipo o mutante)

k = muestras. (Cada rama del árbol)

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada.

μ = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición.

V_j = Efecto de la j -ésima variedad.

VR_{ji} = Interacción de la j -ésima variedad con la i -ésima repetición.

VM_{jk} = Interacción de la j -ésima variedad con la k -ésima muestra.

E_{ijk} = Error experimental.

Carta de caracterización de Golden Delicious y sus mutantes

La carta de caracterización se elaboró considerando los datos obtenidos en los aspectos anteriores y basándonos en los descriptores UPOV número 1, 2, 3 y 4 para el caso del árbol; los 24, 25, 26, 27, 28 y 56 para caracterizar el fruto y finalmente el número 55 además de la metodología de Plovdiv para determinar, por ejemplo, la época de floración o tiempo del periodo vegetativo.

Evaluación de horas frío en condiciones controladas

Se realizó una recolección de varetas de madera de 1 y 2 años de cada uno de los mutantes, el día 25 de Noviembre de 2011 en el ejido Huachichil y el 30 de Noviembre en el ejido San Antonio de las Alazanas, las cuales fueron envueltas en papel periódico húmedo y etiquetadas, se colocaron en un refrigerador doméstico durante 17, 21, 25, 29 y 33 días respectivos para conformar cinco tratamientos con las siguientes horas frío 400, 500, 600, 700 y 800.

Una vez completas las horas frío del tratamiento correspondiente, se sacaron las varetas del refrigerador y se llevaron al invernadero, donde se les realizó una desinfección sumergiendo las varetas en agua con cloro al 10%, posteriormente se dejaron escurrir y se metieron en agua con alcohol al 6% por un minuto, finalmente se dejaron escurrir y se colocaron 4 varetas por vaso de unicel de un litro de capacidad, teniendo finalmente cuatro repeticiones por mutante.

Para el mantenimiento de las varetas se vaciaron aproximadamente 500 ml por vaso de solución conservadora (agua con azúcar al 4% y 1 g./l de fungicida Tecto 60 ph.).

La evaluación se llevó a cabo cuando las yemas florales del tratamiento estaban en senescencia, contando el número total de yemas por vareta partiendo de la primera yema por encima del nivel de la solución conservadora, para después contar el número total de yemas brotadas. Este procedimiento se realizó en las 4 repeticiones de cada uno de los mutantes.

Los resultados se analizaron estadísticamente en el software SAS v. 9 y se reportan en porcentaje de brotación por variedad en cada tratamiento.

Análisis estadístico

El modelo estadístico para un experimento con un diseño completamente al azar, sería:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + V_j + RV_{ij} + T_k + VT_{jk} + E_{ijk}$$

i = repeticiones

j = variedades

k = tratamientos

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada.

μ = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i-ésima repetición.

V_j = Efecto de la j-ésima variedad.

RV_{ij} = Efecto de la interacción de la i-ésima repetición con la j-ésima variedad

T_k = Efecto del k-ésimo tratamiento.

VT = Efecto de la interacción de la j-ésima variedad con el T-ésimo tratamiento

E_{ijk} = Error experimental.

Evaluación de horas frío y unidades calor en campo

Los datos de temperatura utilizados fueron los registros diarios entre el 01 de noviembre y el 31 de marzo de los años 2009-2010 y 2010-2011 de las estaciones meteorológicas Rancho Guadalupe y El Conejo ubicadas en las localidades de Huachichil y San Antonio de las Alazanas en Arteaga, Coahuila, correspondientemente.

Se realizaron los cálculos correspondientes para estimar las horas frío y unidades calor utilizando el método de Damota y el método Residual, respectivamente ya que son los más usados y de fácil interpretación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación se reportan considerando cada aspecto por separado, para permitir una mejor interpretación y entendimiento de los mismos.

Al interpretar los datos sobre fenología, considerar que las variedades G. Vigas y G. Brotador con la terminación SAA, corresponden a la localidad de San Antonio de las Alazanas, por el contrario si no cuenta con esta terminación se trata de los mutantes de la localidad de Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Fenología

Ciclo 2009-2010

El estudio de la fenología demostró que el progenitor de los mutantes (Golden Normal) manifiesta mayores requerimientos de tiempo para su brotación, lo cual está relacionado con sus altos requerimientos de frío, ya que sus requerimientos de frío se ubican en las 900 a 1,200 horas frío como lo reportó Vázquez *et al.*, 2010, Ghariani y Stebbins en 1994.

En cuanto a los mutantes, se encontró que Brotador SAA es el de menor requerimiento de tiempo para su brotación, seguido por G. Tunal y G. Paco como lo mencionaron Contreras y Vázquez (2010), posteriormente G. Vigas SAA, G. Vigas, G. Verde, G. Aguanueva II, G. Brotador y finalmente G. Alazanas, G. Aguanueva I y G. Normal.

G. Brotador SAA, G. Paco y G. Tunal fueron los primeros mutantes en entrar a la fase de primera flor (Cuadro 3), seguidos por G. Vigas SAA, G. Alazanas, G. Vigas, G. Brotador y G. Aguanueva II. Finalmente G. Aguanueva I, G. Verde y G. Normal.

Los mutantes G. Paco, G. Brotador y G. Vigas de la localidad de San Antonio de las Alazanas presentaron su floración completa, caída de pétalos y amarre de fruto antes que G. Alazanas, G. Tunal, G. Vigas y G. Brotador. G.

Verde, G. Aguanueva II y G. Normal siempre se encontraron al final en estas fases como puede observarse en la Figura 10.

Cuadro 3. Fenología de Golden Delicious y sus mutantes en Arteaga, Coahuila, ciclo 2009-2010.

Mutante	Fase fenológica	Días a partir de 15/12/2009	Periodo vegetativo	Periodo de floración	Periodo de flor-cosecha	Fecha de cosecha
Golden Normal	PV	107	233 días	16 días	128 días	14/Ago/10
	PF	117				
	FC	122				
	CP	132				
	AF	145				
Golden Vigas	PV	93	248 días	18 días	118 días	03/Ago/10
	PF	113				
	FC	118				
	CP	130				
	AF	137				
Golden Brotador	PV	100	241 días	18 días	118 días	03/Ago/10
	PF	113				
	FC	118				
	CP	130				
	AF	137				
Golden Verde	PV	93	248 días	17 días	129 días	15/Ago/10
	PF	114				
	FC	118				
	CP	130				
	AF	137				
Golden Aguanueva II	PV	95	185 días	18 días	130 días	15/Ago/10
	PF	113				
	FC	118				
	CP	130				
	AF	137				
Golden Tunal	PV	80	260 días	19 días	112 días	15/Jul/11
	PF	102				
	FC	111				
	CP	120				
	AF	128				
Golden Paco	PV	86	254 días	5 días	146 días	14/Ago/10
	PF	98				
	FC	101				
	CP	102				
	AF	104				

Golden Brotador SAA	PV	79	261 días	8 días	149 días	14/Ago/10
	PF	95				
	FC	101				
	CP	102				
	AF	104				
Golden Vigas SAA	PV	88	252 días	5 días	142 días	14/Ago/10
	PF	102				
	FC	104				
	CP	106				
	AF	108				
Golden Alazanas	PV	103	237 días	5 días	139 días	20/Ago/10
	PF	111				
	FC	113				
	CP	115				
	AF	118				
Golden Aguanueva I	PV	105	235 días	5 días	118 días	01/Ago/10
	PF	113				
	FC	115				
	CP	117				
	AF	120				

PV= puntas verdes, PF=primera flor, FC= floración completa, CP=caída de pétalos y AF=amarre de fruto.

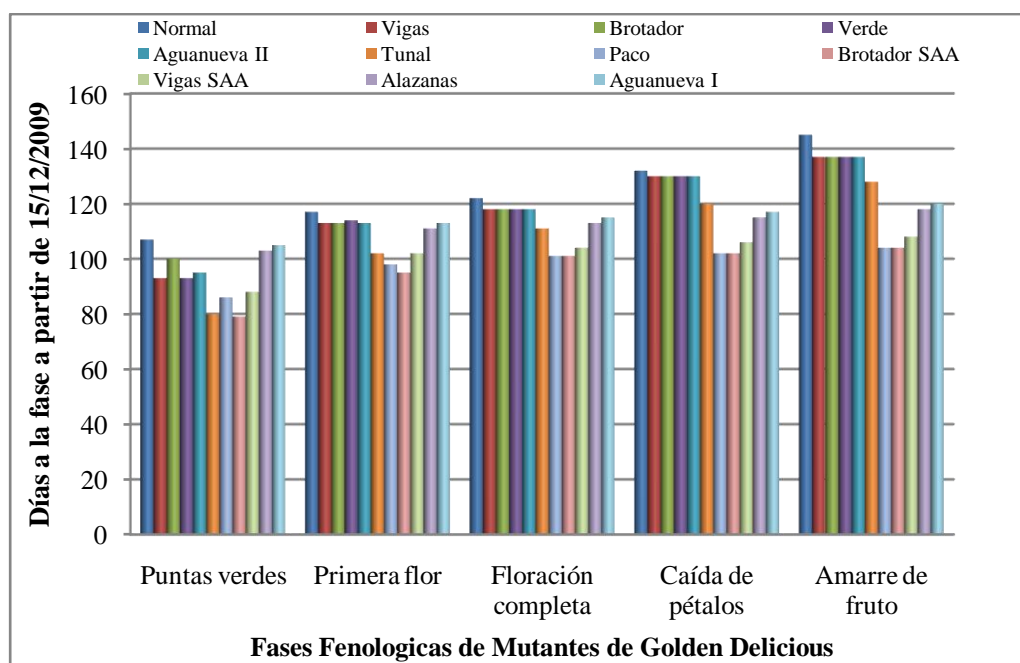


Figura 10. Comportamiento fenológico de Golden Delicious y sus mutantes en Arteaga, Coahuila ciclo 2009-2010.

Ciclo 2010-2011

Se encontró que G. Tunal es el mutante con menor requerimiento de frío para su brotación tal como lo mencionan Contreras y Vázquez (2010), seguido por G. Brotador SAA, G. Vigas y G. Brotador con un número similar de días a partir del 15 de diciembre, después aparece G. Paco, G. Vigas SAA, G. Aguanueva II y G. Aguanueva I. Finalmente G. Normal, G. Verde y G. Alazanas con los mayores requerimientos de frío.

G. Tunal, G. Brotador SAA, G. Brotador y G. Paco presentaron primero la fase de primera flor, seguidos de G. Vigas, G. Vigas SAA y por último G. Aguanueva I, G. Normal, G. Verde, G. Aguanueva II y G. Alazanas con más de 98 días a partir del 15 de Diciembre.

Presentaron floración completa G. Tunal, G. Brotador SAA y G. Vigas SAA, inicialmente, luego G. Paco, G. Aguanueva I, G. Vigas y G. Brotador, al final encontramos a G. Alazanas, G. Verde, G. Aguanueva II y G. Normal, como puede observarse en el Cuadro 4. La misma secuencia se observó, en la fase de caída de pétalos y amarre de fruto como se muestra en la Figura 11.

Cuadro 4. Fenología de Golden Delicious y sus mutantes en Arteaga, Coahuila, ciclo 2010-2011.

Mutante	Fase fenológica	Días a partir de 15/12/2010	Periodo vegetativo	Periodo de floración	Periodo de flor-cosecha	Fecha de cosecha
Golden Normal	PV	91	243 días	12 días	134 días	08/Ago/11
	PF	99				
	FC	109				
	CP	113				
	AF	115				
Golden Vigas	PV	76	258 días	7 días	187 días	27/Sep/11
	PF	91				
	FC	102				
	CP	105				
	AF	108				
Golden Brotador	PV	76	258 días	15 días	139 días	02/Ago/11
	PF	88				
	FC	102				
	CP	105				
	AF	108				

Golden Verde	PV	91	243 días	8 días	128 días	02/Ago/11
	PF	99				
	FC	105				
	CP	108				
	AF	110				
Golden Aguanueva II	PV	88	246 días	12 días	128 días	02/Ago/11
	PF	99				
	FC	108				
	CP	112				
	AF	116				
Golden Tunal	PV	61	275 días	7 días	147 días	01/Ago/11
	PF	80				
	FC	86				
	CP	88				
	AF	92				
Golden Paco	PV	79	256 días	13 días	135 días	30/Jul/11
	PF	88				
	FC	100				
	CP	104				
	AF	108				
Golden Brotador SAA	PV	76	259 días	13 días	108 días	30/Jul/11
	PF	85				
	FC	96				
	CP	102				
	AF	106				
Golden Vigas SAA	PV	82	253 días	5 días	130 días	30/Jul/11
	PF	95				
	FC	99				
	CP	101				
	AF	104				
Golden Alazanas	PV	92	243 días	8 días	164 días	06/Sep/11
	PF	101				
	FC	104				
	CP	108				
	AF	113				
Golden Aguanueva I	PV	88	247 días	7 días	138 días	01/Ago/11
	PF	98				
	FC	101				
	CP	104				
	AF	108				

PV= puntas verdes, PF=primera flor, FC= floración completa, CP=Caída de pétalos y AF=Amarre de fruto.

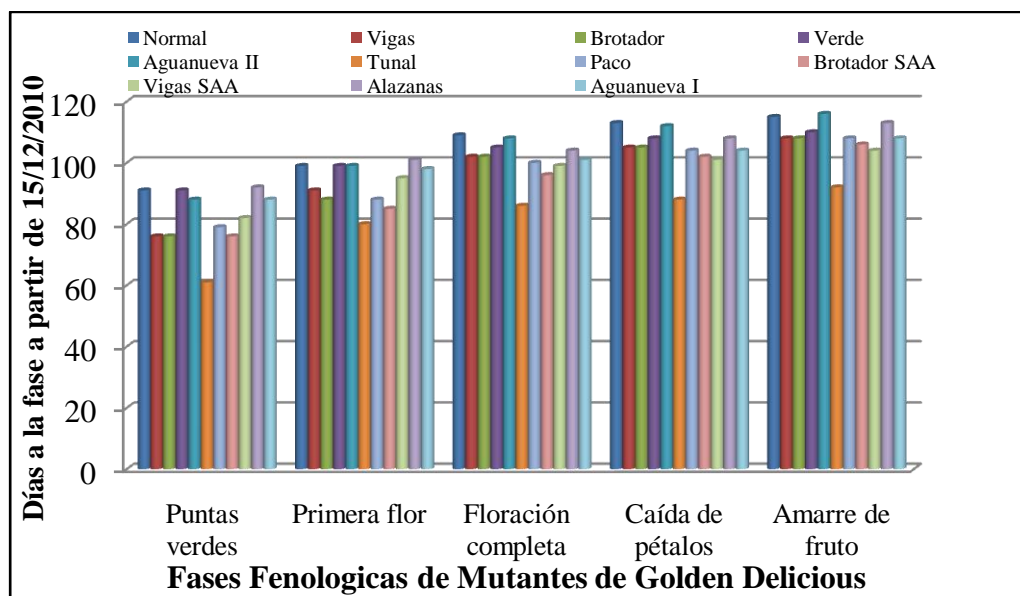


Figura 11. Comportamiento fenológico de Golden Delicious y sus mutantes en Arteaga, Coahuila, ciclo 2010-2011.

Al comparar los resultados obtenidos, en ambos ciclos, con los reportados por Fernández *et al.* (2010) encontramos que G. Aguanueva I requiere de 130 días desde la floración hasta la cosecha como él lo afirmó en 2010. Por el contrario existe una diferencia respecto a la fecha de cosecha que en ambos ciclos se presentó la primer quincena de agosto y no la segunda quincena de junio como lo menciona Fernández *et al.*, (2010). Respecto a G. Aguanueva II existe un contraste con Villalpando (1987) que menciona que la brotación de este mutante se presenta un mes antes que Golden Normal, ya que en esta ocasión solamente se adelantó 18 días.

Contreras y Vázquez mencionaron en 2010 que G. Brotador requiere un periodo de 133 días desde la floración a la cosecha, dato que coincide con lo reportado en la presente investigación, de igual manera existe una coincidencia al mencionar que Brotador se cosecha la primera decena de agosto.

También se encontró similitud con lo reportado por Contreras y Vázquez (2010), quienes mencionaron que G. Paco requiere de 135-139 días desde la floración a la cosecha, de la misma manera coinciden con el periodo de floración a cosecha, fecha de inicio de floración y fecha de cosecha.

Calidad de fruto

Ciclo 2009- 2010

Localidad Huachichil

La prueba de comparación de medias Tukey al 95% para las variables en estudio indicó alta significancia en todas las variables para Golden Verde, excepto para número de semillas donde G. Aguanueva II sobresale, como se aprecia en el

Cuadro 5.

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias de las variables estudiadas en Huachichil, en el ciclo 2009-2010.

Mutante	AF (%)	DP (mm)	DE (mm)	TF (mm)
G. Normal	4.48a	22.04c	23.70c	22.87c
G. Vigas	4.01a	48.66ab	52.66ab	50.67ab
G. Mario	4.05a	50.88ab	55.87ab	53.38ab
G. Verde	4.57a	56.21a	61.81a	59.01a
G. Aguanueva II	4.36a	44.23 b	48.77b	46.59b
Diferencia mínima	2.76	11.69	12.73	12.19

Mutante	PF (g)	RR (g)	NS
G. Normal	53.07c	193.60d	1.69c
G. Vigas	110.57ab	640.40c	2.13c
G. Mario	112.02ab	860.40bc	2.29bc
G. Verde	125.42a	1,524.50a	3.15ab
G. Aguanueva II	102.79b	1,084.90ab	4.10a
Diferencia mínima	29.18	418.46	0.96

Números con diferente letra presentan diferencia estadísticamente significativa $P \geq 0.05$

AF=amarre de fruto, DP=diámetro polar, DE=diámetro ecuatorial, TF=tamaño de fruto, PF=peso de fruto, RR=rendimiento por rama y NS=número de semillas.

Localidad San Antonio de las Alazanas

La prueba de comparación de medias Tukey al 0.05 para las variables en estudio indicó diferencia estadísticamente significativa para Golden Vigas en todas las variables, excepto en NS donde destaca G. Brotador, como se aprecia en el Cuadro 6. Golden Paco siempre presentó los valores inferiores para todas las variables.

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias de las variables estudiadas en San Antonio de las Alazanas, en el ciclo 2009-2010.

Mutante	AF (%)	DP (mm)	DE (mm)	TF (mm)
G. Brotador	9.30b	39.27a	45.15ab	42.21a
G. Vigas	13.75a	43.47a	50.18a	46.82a
G. Paco	6.97b	26.29b	30.27bc	28.28b
G. Aguanueva I	8.29b	38.14ab	33.12 b	35.63ab
Diferencia mínima	3.97	8.06	9.23	8.64

Mutante	PF (g)	RR (g)	NS
G. Brotador	79.88b	1108.6a	5.76a
G. Vigas	91.21a	1147.6a	5.12ab
G. Paco	61.52c	388.3b	3.51c
G. Aguanueva I	79.75b	862.5ab	4.22a
Diferencia mínima	20.15	283.09	1.12

Números con diferente letra presentan diferencia estadísticamente significativa a $P \geq 0.05$

AF=amarre de fruto, DP=diámetro polar, DE=diámetro ecuatorial, TF=tamaño de fruto, PF=peso de fruto, RR=rendimiento por rama y NS=número de semillas.

Respecto a los mutantes G. Tunal y G. Alazanas no se realizó ninguna evaluación del fruto ya que estos no presentaron características comerciales debido a que los árboles fueron injertados recientemente.

Ciclo 2010-2011

Localidad Huachichil

La prueba de comparación de medias Tukey al 0.05 para la variable AF indicó que no hay diferencia significativa entre variedades, pero si para el caso de las demás variables, donde se aprecia diferencia significativa con la variedad Golden Vigas en las variables DP, DE, TF y PF, también se encontró que para la variable NS hay diferencia estadísticamente significativa en la variedad Golden Verde, como se puede observar en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de las variables estudiadas en Huachichil, en el ciclo 2010-2011.

Mutante	AF (%)	DP (mm)	DE (mm)	TF (mm)
G. Normal	4.48a	50.05ab	53.61ab	51.83ab
G. Vigas	4.01a	56.56a	59.92a	58.24a
G. Brotador	4.05a	52.18ab	56.89a	54.54a
G. Verde	4.57a	48.95b	55.19ab	52.07ab
G. Aguanueva II	4.36a	43.59bc	48.80b	46.2b
Diferencia mínima	2.85	7.18	8.07	7.5

Mutante	PF (g)	RR (g)	NS
G. Normal	98.77ab	957.2b	6.12b
G. Vigas	110.56a	1482.6a	3.47c
G. Brotador	98.20ab	1021.9ab	3.41c
G. Verde	101.77a	795.6bc	9.04b
G. Aguanueva II	80.32b	957.7b	10.35a
Diferencia mínima	20.64	480.3	1.73

Números con diferente letra presentan diferencia estadísticamente significativa a $P \geq 0.05$

AF=amarre de fruto, DP=diámetro polar, DE=diámetro ecuatorial, TF=tamaño de fruto, PF=peso de fruto, RR=rendimiento por rama y NS=número de semillas.

Localidad San Antonio de las Alazanas

La prueba de comparación de medias Tukey al 95% para la variable AF y NS indicó diferencia significativa en la variedad G. Paco, para el caso de las variables DP, DE, TF, PF y RR se aprecia diferencia significativa en la variedad Golden Alazanas, como se puede observar en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de comparación de medias de las variables estudiadas en San Antonio de las Alazanas, en el ciclo 2010-2011.

Mutante	AF (%)	DP (mm)	DE (mm)	TF (mm)
G. Tunal	5.32b	38.98c	43.90bc	41.44bc
G. Paco	9.80a	43.13b	48.71ab	45.92ab
G. Brotador	9.45a	42.46b	47.21ab	44.83ab
G. Vigas	9.28a	38.83c	44.49bc	41.66bc
G. Aguanueva I	6.17b	47.39ab	51.63ab	49.51ab
G. Alazanas	5.87b	53.66a	57.66a	55.66a
Diferencia mínima	2.72	7.53	8.61	8.00

Mutante	PF (g)	RR (g)	NS
G. Tunal	60.50c	693.1bc	14.22ab
G. Paco	71.18bc	848.8ab	17.50a
G. Brotador	79.93bc	848.6ab	16.64a
G. Vigas	88.37ab	726.9bc	3.33d
G. Aguanueva I	90.58a	837.6ab	13.55bc
G. Alazanas	97.79a	998.44a	5.5c
Diferencia mínima	16.51	324.01	2.721

Números con diferente letra presentan diferencia estadísticamente significativa a $P \geq 0.05$

AF=amarre de fruto, DP=diámetro polar, DE=diámetro ecuatorial, TF=tamaño de fruto, PF=peso de fruto, RR=rendimiento por rama y NS=número de semillas.

Horas frío y unidades calor

Ciclo 2009-2010

En la localidad Huachichil el número de horas frío se contabilizó en 1,108.7316 y 750.75 U.C. totales. En San Antonio de las Alazanas el número total de horas frío fue de 1,103.598. Por otra parte el número de Unidades Calor fue de 717.

Ciclo 2010-2011

El número total de horas frío en Huachichil se ubicó en 901.68 y el número de Unidades Calor fue de 982 totales. En la localidad de San Antonio de las Alazanas el número total de horas frío se ubicó en 806.13 y el número de Unidades Calor fue de 1,017 totales en el ciclo.

Se puede observar que durante el ciclo 2010-2011 se presentó una disminución en el número de horas frío y el incremento de unidades calor comparado con el ciclo 2009-2010 como se puede apreciar en la Figura 12.

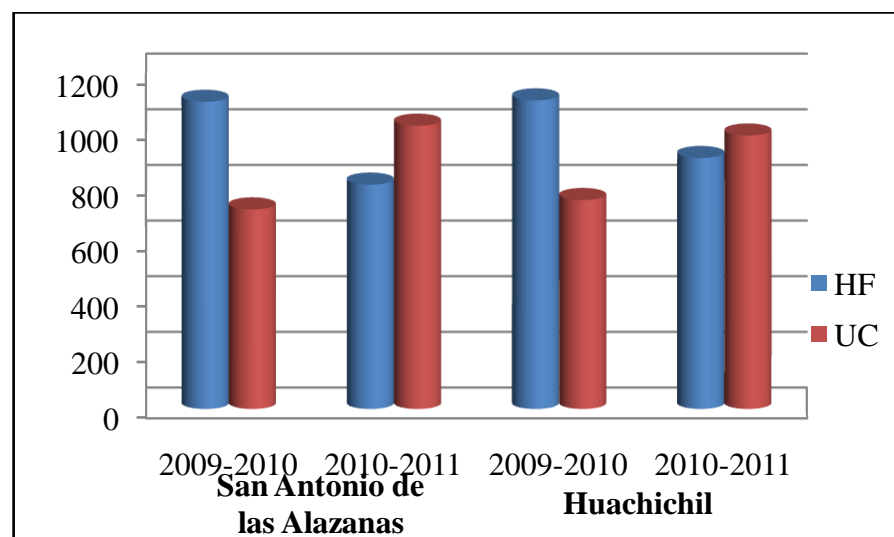


Figura 12. Comparación de horas frío y unidades calor de los ciclos 2009-2010, 2010-2011 en ambas localidades.

Horas frío en condiciones controladas

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) para todas las fuentes de variación, como puede observarse en el Cuadro 9.

Cuadro 9. ANOVA evaluación de horas frío en condiciones controladas.

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr>F
Var	8	53845.29	6730.66	44.30	<0.0001
Trat	4	17701.01	4425.25	29.13	<0.0001
Rep	3	8241.82	2747.27	18.08	<0.0001
Trat*Var	32	49882.69	1558.83	10.26	<0.0001
Var*Rep	24	4262.88	177.62	1.17	0.2630
Trat*Rep	12	2963.14	246.93	1.63	0.0802

C.V. 64.55%

Cuadro 10. Prueba de comparación de medias de los tratamientos de horas frío en condiciones controladas.

Mutantes de Golden Delicious	Tratamiento				
	T1 400 HF	T2 500HF	T3 600HF	T4 700HF	T5 800HF
G. Normal	3.674c	10.795c	5.731de	14.18c	5.301c
Aguanueva II	2.289c	11.373c	19.559bcd	14.722bc	32.009ab
Brotador	13.519b	25.345a	33.085ab	34.99a	35.617a
Vigas	3.392c	8.274c	8.308cde	27.858ab	43.31a
Verde	6.023bc	8.073c	17.524cd	17.019bc	16.804bc
Alazanas	3.732c	12.423c	10.609cde	15.483bc	18.349bc
Aguanueva I	1.584c	24.352ab	2.816e	9.299c	10.461c
Tunal	57.293a	13.246bc	40.031a	34.418a	30.785ab
Paco	4.45bc	30.577a	20.449bc	34.965a	29.649ab

Números con diferente letra presentan diferencia estadísticamente significativa a $P \geq 0.05$

Con el T1, 400 HF, el mutante Tunal supera en brotación al testigo en un 53.62%, seguido de Brotador con un 9.85%, además de Verde y Paco con 2.35% y 0.78% más brotación. En el T2, la variedad Paco presentó mejor brotación superando al testigo en un 19.78%, seguido de Brotador con un

14.55%, Aguanueva I con 13.56% siendo estos los mejores resultados en brotación. Golden Verde resultó 2.72% menor que el testigo.

En los tratamientos T3 y T4, 600 y 700 HF, las variedades que destacan son Tunal, Paco y Brotador con un promedio de brotación de 27.27, 24.09 y 17.76% respectivamente, superando al G. Normal.

Es importante mencionar que el mutante Vigas comienza a incrementar el porcentaje de brotación a partir del tratamiento de 700 horas frío ubicándose por encima del testigo 13.68%, continua así en el tratamiento de 800 HF con 43.31% de brotación más que G. Delicious ubicándose por encima de Brotador, Tunal y Paco, de igual forma incrementa 26.71% su brotación Aguanueva II, como se muestra en la Figura 13.

En el Cuadro 10 puede observarse que en general la variedad G. Tunal presentó mayor porcentaje de brotación en los tratamientos de 400 y 600 horas frío, donde se comprueba lo mencionado por Contreras y Vázquez (2010) quienes afirman que G. Tunal ha presentado buena brotación con 340-350 HF, seguido de G. Brotador y G. Paco con 500 y 700 HF, como lo señalan Contreras y Vázquez (2010) que recomiendan condiciones atmosféricas que cubran las 530-550 HF para estos mutantes, lo que parece indicar que su comportamiento es más eficiente que el de G. Vigas ya que éste último presentó menor porcentaje de brotación en todos los tratamientos, excepto con 800 HF tal como lo indica Oyervides (1994) citado por Zavala en 1994. En contraste a lo mencionado por Ibáñez en 2000 y Miranda (1997), G. Aguanueva II mostró uno de los requerimientos más altos, afirmando con esto lo dicho por Vázquez *et al.*, (2010) observándose un incremento en brotación a partir de las 600 horas frío. Finalmente puede apreciarse que Golden Normal es la variedad con mayores requerimientos de frío como lo expresaron Vázquez *et al.*, (2010) y Ghariani y Stebbins en 1994.

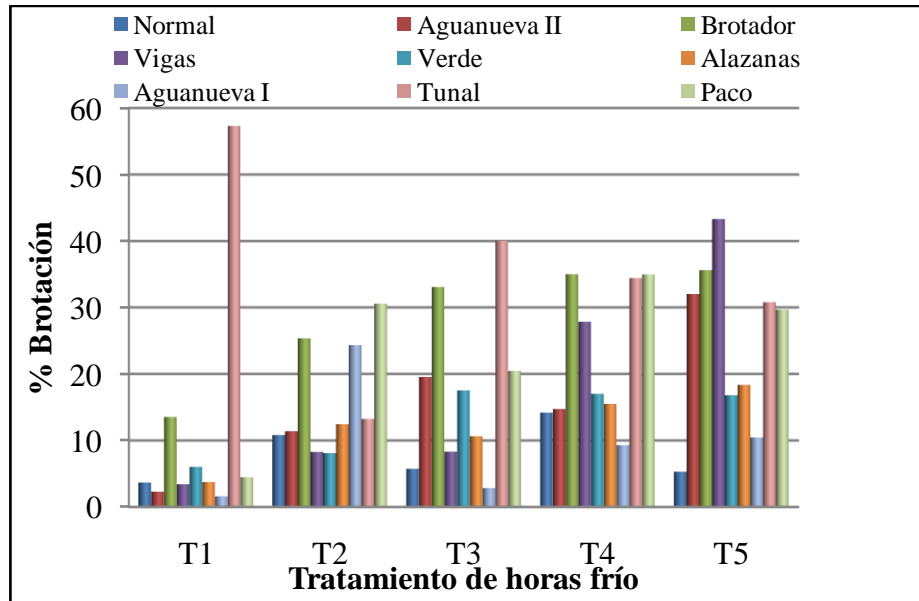


Figura 13. Brotación de Golden Delicious y sus mutantes, con cinco tratamientos de frío en condiciones controladas, T1=400 HF, T2=500HF, T3=600HF, T4=700 HF y T5=800 HF

CONCLUSIONES

La variedad Golden Delicious (Normal) presentó mayores requerimientos de frío en ambos ciclos lo que demuestra que es una variedad que ha sido superada en este aspecto por los mutantes G. Tunal , G. Paco y G. Brotador en la localidad de San Antonio de las Alazanas, Vigas y Brotador en Huachichil.

En relación al fruto se observó que la mejor calidad comercial se presentó en los mutantes Golden Verde en Huachichil y Golden Vigas en San Antonio de las Alazanas durante el ciclo 2009- 2010. Para el ciclo 2010-2011 la variedad que destacó por su calidad en la localidad de San Antonio de las Alazanas fue G. Alazanas y en Huachichil G. Vigas, sin embargo debe considerarse que ambas variedades no son precoces y su aprovechamiento implicaría mayor inversión al realizar aplicaciones de compensadores de frío.

Considerando los resultados obtenidos de los mutantes G. Tunal, G. Paco y G. Brotador en la evaluación fenológica, evaluación de frío y el registro de las condiciones atmosféricas que se han presentado en el municipio de Arteaga, Coahuila, considero que son estas las de mayor importancia, pues son una alternativa ante la falta de acumulación de horas frío y el incremento de unidades calor.

Carta de caracterización de Golden Delicious y sus mutantes

Localidad: San Antonio de las Alazanas

Golden Vigas

Árbol	
Vigor	Medio ¹
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo II
Fenología	
Periodo vegetativo	252.5 días
Periodo de floración	5 días
Periodo de flor a cosecha	136 días
Época de floración	Muy temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Pequeño a medio
Peso medio de fruto	89.79g.
Altura	Media
Diámetro	Medio
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	12.6



¹Portainjerto MM 106

Golden Brotador (Mario)

Árbol	
Vigor	Medio a muy vigoroso ²
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo II
Fenología	
Periodo vegetativo	260 días
Periodo de floración	11 días
Periodo de flor a cosecha	129 días
Época de floración	Muy temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Pequeño a medio
Peso medio de fruto	79.91
Altura	Media
Diámetro	Media
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	13.53



² Portainjerto MM 106 y 109

Golden Paco (Primicia, Frondoso)

Árbol	
Vigor	Medio a muy vigoroso ³
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo III
Fenología	
Periodo vegetativo	255 días
Periodo de floración	9 días
Periodo de flor a cosecha	141 días
Época de floración	Muy temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Pequeño
Peso medio de fruto	66.35
Altura	Corta
Diámetro	Medio
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	14.93



³ Portainjerto MM 106 y 109

Golden Tunal

Árbol	
Vigor	Medio a muy vigoroso ⁴
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo II
Fenología	
Periodo vegetativo	268 días
Periodo de floración	13 días
Periodo de flor a cosecha	130 días
Época de floración	Muy temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Pequeño a medio
Peso medio de fruto	60.5
Altura	Media
Diámetro	Pequeño
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	14.07



⁴Portainjerto MM 106 y 109

Golden Aguanueva I

Árbol	
Vigor	Muy vigoroso ⁵
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo III
Fenología	
Periodo vegetativo	241 días
Periodo de floración	6 días
Periodo de flor a cosecha	128 días
Época de floración	Temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Pequeña a media
Peso medio de fruto	85.17
Altura	Media
Diámetro	Medio
Relación altura/diámetro	Grande
Forma del fruto	Oblonga
Grados Brix	14.2



⁵Portainjerto MM 109

Golden Alazanas

Árbol	
Vigor	Medio ⁶
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo IV
Fenología	
Periodo vegetativo	240 días
Periodo de floración	7 días
Periodo de flor a cosecha	152 días
Época de floración	Temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Medio
Peso medio de fruto	97.79
Altura	Media
Diámetro	Medio
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	15.59



⁶Portainjerto MM 106

Localidad: Huachichil

Golden Delicious (Normal)

Árbol	
Vigor	Medio ⁷
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo II
Fenología	
Periodo vegetativo	238 días
Periodo de floración	14 días
Periodo de flor a cosecha	262 días
Época de floración	Temprana a intermedia
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Pequeño
Peso medio de fruto	75.92
Altura	Media
Diámetro	Medio
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	14.06



⁷Portainjerto MM 106

Golden Vigas

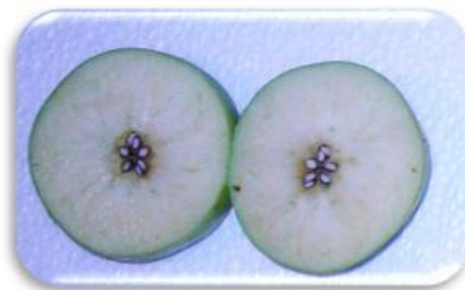
Árbol	
Vigor	Medio ⁸
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo II
Fenología	
Periodo vegetativo	253 días
Periodo de floración	13 días
Periodo de flor a cosecha	153 días
Época de floración	Temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Medio
Peso medio de fruto	110.57
Altura	Media
Diámetro	Medio
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	15.7



⁸Portainjerto MM 106

Golden Brotador (Mario)

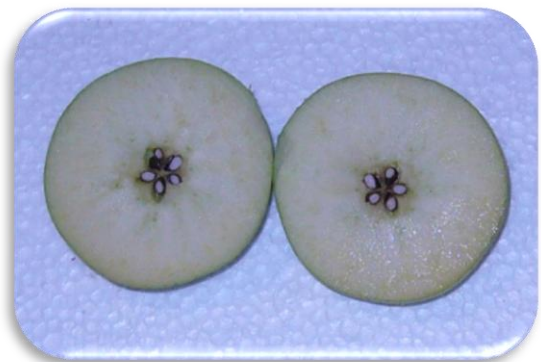
Árbol	
Vigor	Medio a muy vigoroso ⁹
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo II
Fenología	
Periodo vegetativo	250 días
Periodo de floración	17 días
Periodo de flor a cosecha	129 días
Época de floración	Temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Medio
Peso medio de fruto	105.11
Altura	Media
Diámetro	Medio
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	13



⁹ Portainjerto MM 106 y 109

Golden Verde

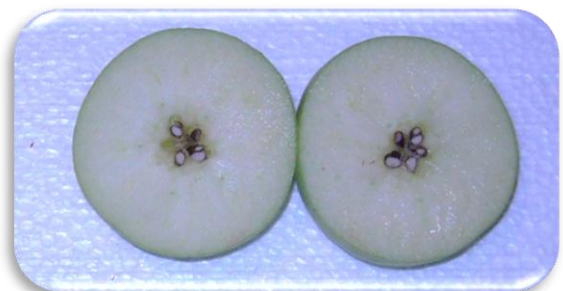
Árbol	
Vigor	Medio ¹⁰
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo II
Fenología	
Periodo vegetativo	246 días
Periodo de floración	13 días
Periodo de flor a cosecha	129 días
Época de floración	Temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Medio
Peso medio de fruto	113.60
Altura	Media
Diámetro	Medio
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	14.1



¹⁰Portainjerto MM 106

Golden Aguanueva II

Árbol	
Vigor	Medio ¹¹
Tipo de árbol	Ramificado
Tipo de hábito	Extendido
Tipo de fructificación	Tipo III
Fenología	
Periodo vegetativo	216 días
Periodo de floración	15 días
Periodo de flor a cosecha	129 días
Época de floración	Temprana
Época de cosecha	Temprana
Fruto	
Tamaño	Pequeño a medio
Peso medio de fruto	91.56
Altura	Media
Diámetro	Medio
Relación altura/diámetro	Mediana
Forma del fruto	Globulosa
Grados Brix	14.87



¹¹Portainjerto MM 106

APÉNDICE

Fenología

Cuadro 11. Registro fenológico del ciclo 2009-2010 de San Antonio de las Alazanas.

GOLDEN VIGAS			
Fases de floración	Días a la fase, a partir de 15/12/09	Días entre cada una de las fases	Acumulado en días a la fase
Fase 1 (PV)Puntas Verdes	88	1	1
Fase 2 (MPV) Media Pulgada Verde	96	8	9
Fase 3 (BC) Botón Cerrado	96	0	9
Fase 4 (PR) Primer Rosado	101	5	14
Fase 5 (PF) Primera Flor	102	2	16
Fase 6 (FC) Floración Completa	104	2	18
Fase 7 (CP) Caída de Pétalos	106	2	20
Fase 8 (AF) Amarre de Fruto	108	1	21
Fase 9 (FF) Fruto Formado	112	5	26
GOLDEN BROTADOR			
Fase 1 (PV)Puntas Verdes	79	1	1
Fase 2 (MPV) Media Pulgada Verde	85	7	8
Fase 3 (BC) Botón Cerrado	89	4	11
Fase 4 (PR) Primer Rosado	92	3	14
Fase 5 (PF) Primera Flor	95	4	18
Fase 6 (FC) Floración Completa	101	6	24
Fase 7 (CP) Caída de Pétalos	102	1	24
Fase 8 (AF) Amarre de Fruto	104	2	27
Fase 9 (FF) Fruto Formado	111	7	33
GOLDEN PACO			
Fase 1 (PV)Puntas Verdes	86	1	1
Fase 2 (MPV) Media Pulgada Verde	89	3	4
Fase 3 (BC) Botón Cerrado	91	2	6
Fase 4 (PR) Primer Rosado	94	3	9
Fase 5 (PF) Primera Flor	98	4	13
Fase 6 (FC) Floración Completa	101	4	16
Fase 7 (CP) Caída de Pétalos	102	1	17
Fase 8 (AF) Amarre de Fruto	104	2	19
Fase 9 (FF) Fruto Formado	107	3	22
GOLDEN TUNAL			
Fase 1 (PV)Puntas Verdes	80	1	1
Fase 2 (MPV) Media Pulgada Verde	83	3	4
Fase 3 (BC) Botón Cerrado	88	5	9
Fase 4 (PR) Primer Rosado	94	6	15
Fase 5 (PF) Primera Flor	102	7	23
Fase 6 (FC) Floración Completa	111	9	32
Fase 7 (CP) Caída de Pétalos	120	9	41
Fase 8 (AF) Amarre de Fruto	128	8	49
Fase 9 (FF) Fruto Formado	137	9	58
AGUANUEVA I			
Fase 1 (PV)Puntas Verdes	105	1	1
Fase 2 (MPV) Media Pulgada Verde	108	3	4
Fase 3 (BC) Botón Cerrado	109	2	6
Fase 4 (PR) Primer Rosado	112	2	8
Fase 5 (PF) Primera Flor	113	2	9
Fase 6 (FC) Floración Completa	115	2	11
Fase 7 (CP) Caída de Pétalos	117	2	13
Fase 8 (AF) Amarre de Fruto	120	3	16

Fase 9 (FF) Fruto Formado	122	2	18
GOLDEN ALAZANAS			
Fase 1 (PV)Puntas Verdes	103	1	1
Fase 2 (MPV) Media Pulgada Verde	105	2	3
Fase 3 (BC) Botón Cerrado	107	2	6
Fase 4 (PR) Primer Rosado	109	2	8
Fase 5 (PF) Primera Flor	111	2	10
Fase 6 (FC) Floración Completa	113	2	12
Fase 7 (CP) Caída de Pétalos	115	2	14
Fase 8 (AF) Amarre de Fruto	118	3	17
Fase 9 (FF) Fruto Formado	122	4	21

Cuadro 12. Base de datos para análisis de calidad de fruto en la localidad Huachichil ciclo 2010-2011.

VARIE D	RAM A	REPE T	AMAFR U	RENDRA M	PEMEF RU	DIAPO L	DIAEC UA	NUMSEMI LL	TAMFR UT
1	1	1	0.00	200	200.00	66.600	77.20	6	71.90
1	2	1	10.00	550	133.33	61.900	65.07	0	63.48
1	3	1	40.00	250	144.00	48.913	51.47	2	50.19
1	4	1	2.00	650	170.00	68.533	66.47	0	67.50
1	1	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	3	0.00
1	2	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	3	0.00
1	3	2	0.00	1100	186.67	66.067	72.03	1	69.05
1	4	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
2	1	1	0.00	400	136.33	60.09	66.37	0	63.23
2	2	1	0.00	210	120.00	58.64	65.23	0	61.94
2	3	1	6.32	1000	153.00	62.36	69.43	16	65.90
2	4	1	10.00	1200	134.67	63.68	66.44	4	65.06
2	1	2	0.00	110	115.00	56.96	61.60	0	59.28
2	2	2	4.80	120	131.00	62.16	67.05	4	64.61
2	3	2	0.00	775	133.33	60.46	67.93	36	64.20
2	4	2	21.43	2100	123.67	60.42	65.70	8	63.06
3	1	1	2.96	500	98.67	50.96	61.37	4	56.16
3	2	1	0.87	200	79.33	49.51	56.75	0	53.13
3	3	1	4.29	1500	129.67	58.45	66.55	16	62.50
3	4	1	8.21	2000	130.67	60.28	67.82	24	64.05
3	1	2	0.00	525	139.00	59.68	69.26	4	64.47
3	2	2	1.43	975	131.33	62.69	65.93	4	64.31
3	3	2	11.11	2025	139.00	61.70	67.06	8	64.38
3	4	2	3.91	2900	140.33	60.41	68.96	12	64.69
4	1	1	7.62	1500	126.00	59.84	65.91	0	62.88
4	2	1	13.79	2275	147.33	62.39	69.74	0	66.06
4	3	1	5.77	1800	158.00	63.25	71.60	0	67.42
4	4	1	10.87	4950	113.33	58.52	61.82	28	60.17
4	1	2	3.45	700	136.67	63.58	67.55	0	65.57
4	2	2	0.00	1600	131.00	59.85	67.36	16	63.61
4	3	2	3.33	1400	132.67	63.01	64.12	20	63.56
4	4	2	1.76	800	121.00	57.74	65.24	16	61.49
5	1	1	0.00	325	164.00	65.70	73.90	4	69.80
5	2	1	4.62	300	116.00	55.98	64.40	3	60.19
5	3	1	1.90	725	134.67	62.23	67.70	6	64.97
5	4	1	6.47	2900	168.00	64.90	74.60	9	69.75
5	1	2	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	2	2.16	900	138.00	62.63	68.30	6	65.47
5	3	2	6.00	1800	162.00	66.03	72.97	9	69.50
5	4	2	6.29	2200	163.33	66.20	73.90	8	70.05

1	1	1	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	2	1	1.67	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	3	1	6.67	800	186.00	68.567	76.30	3	72.43
1	4	1	2.11	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	1	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	2	2	0.00	200	172.00	66.600	73.30	7	69.95
1	3	2	1.82	275	119.00	62.600	64.60	0	63.60
1	4	2	1.54	500	162.67	62.167	71.03	3	66.60
2	1	1	0.50	0	0.00	0.00	0.00	8	0.00
2	2	1	0.00	2000	192.00	67.43	72.77	0	70.10
2	3	1	3.03	1125	144.33	63.50	67.12	12	65.31
2	4	1	9.19	900	141.67	61.97	69.20	12	65.58
2	1	2	4.00	300	148.33	63.65	68.19	12	65.92
2	2	2	3.33	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
2	3	2	3.50	350	169.00	65.04	70.85	8	67.95
2	4	2	2.11	225	163.00	66.77	77.26	4	72.02
3	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	16	0.00
3	2	1	3.20	200	73.00	47.76	55.05	4	51.41
3	3	1	4.21	375	92.00	54.21	58.47	12	56.34
3	4	1	9.76	2075	119.67	58.06	64.81	12	61.44
3	1	2	0.00	200	164.00	65.95	72.17	0	69.06
3	2	2	2.61	150	111.00	52.79	62.16	12	57.48
3	3	2	0.74	1600	143.00	65.73	68.19	20	66.96
3	4	2	11.28	1300	118.33	58.42	64.12	4	61.27
4	1	1	5.00	450	146.67	62.20	66.11	0	64.16
4	2	1	11.82	1750	179.67	68.94	73.76	8	71.35
4	3	1	6.32	500	126.67	61.45	67.70	32	64.58
4	4	1	5.71	2100	141.33	60.21	64.69	24	62.45
4	1	2	4.21	225	109.33	57.57	62.40	0	59.99
4	2	2	9.60	1500	151.00	60.36	71.34	16	65.85
4	3	2	14.00	2800	130.00	64.25	60.81	20	62.53
4	4	2	3.81	2900	122.67	58.39	59.27	28	58.83
5	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	1	2.96	3700	123.33	58.33	65.97	2	62.15
5	3	1	4.29	3100	174.67	66.87	78.47	6	72.67
5	4	1	3.72	1100	176.67	77.57	77.97	5	77.77
5	1	2	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	2	1.00	850	120.00	60.67	66.90	1	63.78
5	3	2	1.43	2250	152.00	65.80	72.10	7	68.95
5	4	2	5.33	3250	150.67	64.77	71.03	8	67.90
1	1	1	0.00	0	0.00	0.000	0.00	8	0.00
1	2	1	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	3	1	0.00	475	133.33	58.767	75.00	9	66.88
1	4	1	14.29	450	137.33	65.333	65.20	0	65.27
1	1	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	2	0.00
1	2	2	5.45	900	130.00	65.700	63.93	0	64.82
1	3	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	4	2	4.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
2	1	1	0.00	300	115.33	57.49	60.53	0	59.01
2	2	1	1.97	500	157.33	64.52	70.69	0	67.60
2	3	1	2.40	1475	150.67	63.05	68.72	0	65.89
2	4	1	4.44	2900	157.33	64.83	70.83	0	67.83
2	1	2	0.77	0	0.00	0.00	0.00	12	0.00
2	2	2	15.00	600	191.00	66.28	74.34	8	70.31
2	3	2	2.86	0	0.00	0.00	0.00	12	0.00
2	4	2	4.76	0	0.00	0.00	0.00	12	0.00
3	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	16	0.00

3	2	1	0.00	1100	156.00	65.46	70.15	4	67.80
3	3	1	2.40	2350	161.00	64.13	70.93	20	67.53
3	4	1	11.76	1500	108.00	57.94	62.31	28	60.13
3	1	2	0.00	175	164.00	64.57	72.42	0	68.50
3	2	2	1.33	575	126.00	62.78	64.43	8	63.61
3	3	2	3.23	325	111.00	57.14	61.89	8	59.52
3	4	2	1.54	1000	130.67	57.80	66.63	40	62.22
4	1	1	3.57	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
4	2	1	9.52	2400	158.33	64.06	71.74	12	67.90
4	3	1	1.31	400	73.67	49.80	53.73	24	51.77
4	4	1	5.82	2850	126.33	58.85	65.08	12	61.96
4	1	2	0.00	300	151.33	63.61	70.58	0	67.10
4	2	2	11.89	2750	130.33	58.08	66.93	28	62.51
4	3	2	9.60	2850	149.00	61.41	68.06	8	64.74
4	4	2	13.53	4150	160.33	64.00	72.46	8	68.23
5	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	1	10.77	850	140.00	63.50	67.50	1	65.50
5	3	1	6.36	1150	198.00	71.60	78.73	5	75.17
5	4	1	7.14	600	167.33	66.27	74.67	5	70.47
5	1	2	1.11	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	2	2.00	850	124.00	61.83	63.80	3	62.82
5	3	2	6.36	1100	148.67	66.23	70.43	5	68.33
5	4	2	7.06	2700	206.67	71.27	79.87	3	75.57
1	1	1	0.00	0	0.00	0.000	0.00	5	0.00
1	2	1	3.64	125	94.00	51.600	59.60	0	55.60
1	3	1	12.50	450	138.67	60.900	65.67	4	63.28
1	4	1	0.00	320	160.00	66.250	70.70	3	68.48
1	1	2	6.67	200	137.00	62.950	69.20	5	66.08
1	2	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	7	0.00
1	3	2	2.00	325	160.00	66.100	73.65	4	69.88
1	4	2	20.00	350	179.00	63.800	71.10	1	67.45
2	1	1	0.00	124	124.00	60.83	65.62	12	63.23
2	2	1	0.00	1600	156.67	66.73	70.60	8	68.67
2	3	1	0.48	1550	162.33	62.62	71.34	8	66.98
2	4	1	0.00	2100	164.00	64.53	71.94	16	68.23
2	1	2	0.00	110	133.00	65.37	66.72	0	66.05
2	2	2	5.00	120	128.00	67.11	65.52	0	66.32
2	3	2	0.00	1250	144.33	63.54	67.83	8	65.69
2	4	2	2.63	700	123.67	62.43	66.00	12	64.22
3	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
3	2	1	5.14	100	100.00	59.02	61.11	8	60.07
3	3	1	10.53	1850	161.00	64.85	73.52	8	69.18
3	4	1	7.50	2050	138.67	64.71	67.67	28	66.19
3	1	2	0.34	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
3	2	2	0.00	325	159.33	69.83	71.85	0	70.84
3	3	2	0.74	175	123.00	61.72	63.66	8	62.69
3	4	2	0.91	3650	150.33	60.97	71.96	12	66.47
4	1	1	0.91	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
4	2	1	5.38	725	118.33	56.54	62.82	36	59.68
4	3	1	1.14	950	153.67	62.87	69.57	24	66.22
4	4	1	14.67	700	103.00	56.31	61.46	36	58.88
4	1	2	1.45	850	0.00	0.00	0.00	0	0.00
4	2	2	8.97	1800	153.33	61.35	71.09	16	66.22
4	3	2	13.33	950	109.00	57.54	61.40	0	59.47
4	4	2	11.02	1275	128.33	57.51	66.60	28	62.06
5	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	1	3.33	675	148.00	64.03	68.67	1	66.35

5	3	1	3.00	600	148.00	63.83	72.13	7	67.98
5	4	1	3.33	1800	171.33	65.57	76.00	6	70.78
5	1	2	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	2	1.82	150	42.00	21.57	22.83	3	22.20
5	3	2	8.13	2125	166.67	66.80	74.70	4	70.75
5	4	2	5.71	3225	160.00	66.30	74.07	8	70.18
1	1	1	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	2	1	0.00	400	134.67	64.967	66.40	6	65.68
1	3	1	2.35	200	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	4	1	0.00	175	175.00	66.500	71.85	5	69.18
1	1	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	2	2	4.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	3	2	0.00	200	174.00	64.900	73.20	5	69.05
1	4	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
2	1	1	0.00	200	204.00	65.82	77.27	0	71.55
2	2	1	7.50	775	195.33	72.29	71.56	4	71.93
2	3	1	10.77	500	111.33	56.25	62.52	12	59.39
2	4	1	27.78	2000	135.33	59.77	65.71	36	62.74
2	1	2	0.00	0	0.00	0.00	0.00	12	0.00
2	2	2	0.00	725	136.33	64.78	64.92	24	64.85
2	3	2	0.00	400	132.33	63.70	64.90	20	64.30
2	4	2	1.28	450	113.33	58.11	61.92	16	60.01
3	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
3	2	1	7.37	600	149.00	66.06	68.77	0	67.42
3	3	1	5.00	2250	137.33	60.96	68.23	4	64.59
3	4	1	3.24	0	0.00	0.00	0.00	8	0.00
3	1	2	0.32	300	148.00	63.48	68.80	0	66.14
3	2	2	3.33	0	0.00	0.00	0.00	4	0.00
3	3	2	3.81	175	141.00	63.28	67.28	4	65.28
3	4	2	1.45	450	142.67	64.79	68.87	8	66.83
4	1	1	0.43	200	144.33	63.37	64.95	0	64.16
4	2	1	9.52	3500	119.33	58.83	64.35	16	61.59
4	3	1	9.17	1450	123.67	59.08	63.97	12	61.53
4	4	1	22.22	1900	107.00	54.80	59.54	16	57.17
4	1	2	1.67	200	98.00	52.28	59.76	0	56.02
4	2	2	7.06	1200	140.67	60.38	67.09	4	63.74
4	3	2	3.57	2250	133.33	57.23	65.92	12	61.58
4	4	2	5.52	3900	123.33	57.49	62.70	8	60.10
5	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	1	11.11	800	124.67	60.10	64.83	3	62.47
5	3	1	4.44	200	148.00	62.10	69.90	4	66.00
5	4	1	7.86	2050	162.67	66.50	71.83	6	69.17
5	1	2	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	2	9.03	1250	132.67	58.20	67.53	4	62.87
5	3	2	5.71	600	114.67	58.97	65.47	8	62.22
5	4	2	8.00	1600	138.67	63.33	70.07	8	66.70
1	1	1	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	2	1	8.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	3	1	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	4	1	1.25	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	1	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	2	2	3.33	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	3	2	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0	0.00
1	4	2	0.00	200	172.00	72.300	72.40	6	72.35
2	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	12	0.00
2	2	1	2.61	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
2	3	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00

2	4	1	0.00	850	183.33	66.82	76.43	28	71.63
2	1	2	0.00	150	0.00	0.00	0.00	0	0.00
2	2	2	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
2	3	2	0.00	0	151.00	65.11	72.81	0	68.96
2	4	2	3.57	550	132.67	60.86	64.18	12	62.52
3	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
3	2	1	2.86	1850	161.67	65.38	70.89	16	68.14
3	3	1	1.15	1800	161.67	64.75	74.14	8	69.44
3	4	1	3.53	400	144.33	61.48	69.64	8	65.56
3	1	2	1.90	250	111.33	60.40	62.33	0	61.37
3	2	2	3.64	900	191.33	70.27	76.98	24	73.63
3	3	2	0.74	250	115.67	56.86	64.56	8	60.71
3	4	2	1.11	375	175.00	67.22	74.15	8	70.69
4	1	1	3.33	1200	184.33	67.46	73.63	0	70.54
4	2	1	16.30	1200	152.33	60.23	71.45	8	65.84
4	3	1	28.00	550	105.67	54.55	60.43	12	57.49
4	4	1	33.64	1125	132.33	56.12	67.17	40	61.65
4	1	2	5.00	1075	145.00	62.67	65.67	0	64.17
4	2	2	9.33	2175	163.33	63.09	67.89	16	65.49
4	3	2	7.50	1450	143.00	60.74	65.98	4	63.36
4	4	2	2.96	1100	116.33	56.21	65.33	16	60.77
5	1	1	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	1	1.07	1650	111.33	54.73	63.33	3	59.03
5	3	1	5.56	800	155.33	66.00	71.77	7	68.88
5	4	1	0.00	200	136.00	63.20	69.70	10	66.45
5	1	2	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	2	2	8.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
5	3	2	2.42	1300	143.33	65.43	68.37	10	66.90
5	4	2	6.40	2400	140.00	64.07	70.70	9	67.38

Horas frío en condiciones controladas

Cuadro 13. Base de datos del experimento de horas frío en condiciones controladas

TRAT	VAR	REP	% Brotación
1	1	1	0.00
1	1	1	0.00
1	1	1	0.00
1	1	1	0.00
1	1	2	0.00
1	1	2	0.00
1	1	2	0.00
1	1	2	0.00
1	1	3	6.25
1	1	3	0.00
1	1	3	33.33
1	1	3	0.00
1	1	4	0.00
1	1	4	5.88
1	1	4	0.00
1	1	4	13.33

1	2	1	0.00
1	2	1	7.69
1	2	1	0.00
1	2	1	0.00
1	2	2	0.00
1	2	2	0.00
1	2	2	0.00
1	2	2	0.00
1	2	3	0.00
1	2	3	7.69
1	2	3	0.00
1	2	3	6.67
1	2	4	0.00
1	2	4	6.25
1	2	4	0.00
1	2	4	8.33
1	3	1	8.33
1	3	1	8.33
1	3	1	0.00
1	3	1	30.00
1	3	2	6.67
1	3	2	16.67
1	3	2	35.71
1	3	2	33.33
1	3	3	16.67
1	3	3	7.69
1	3	3	10.00
1	3	3	7.14
1	3	4	16.67
1	3	4	9.09
1	3	4	10.00
1	3	4	0.00
1	4	1	0.00
1	4	1	7.14
1	4	1	6.25
1	4	1	9.52
1	4	2	7.69
1	4	2	0.00
1	4	2	0.00
1	4	2	8.33
1	4	3	0.00
1	4	3	0.00
1	4	3	0.00
1	4	3	0.00
1	4	4	9.09
1	4	4	6.25
1	4	4	0.00
1	4	4	0.00
1	5	1	0.00
1	5	1	13.33
1	5	1	5.88

1	5	1	8.33
1	5	2	13.33
1	5	2	7.14
1	5	2	8.33
1	5	2	9.09
1	5	3	0.00
1	5	3	0.00
1	5	3	7.14
1	5	3	7.14
1	5	4	0.00
1	5	4	0.00
1	5	4	8.33
1	5	4	8.33
1	6	1	8.33
1	6	1	0.00
1	6	1	0.00
1	6	1	9.09
1	6	2	5.88
1	6	2	5.56
1	6	2	0.00
1	6	2	0.00
1	6	3	0.00
1	6	3	0.00
1	6	3	7.14
1	6	3	8.33
1	6	4	15.38
1	6	4	0.00
1	6	4	0.00
1	6	4	0.00
1	7	1	0.00
1	7	1	0.00
1	7	1	0.00
1	7	1	0.00
1	7	2	17.65
1	7	2	0.00
1	7	2	0.00
1	7	2	0.00
1	7	3	0.00
1	7	3	0.00
1	7	3	0.00
1	7	3	7.69
1	7	4	0.00
1	7	4	0.00
1	7	4	0.00
1	7	4	0.00
1	8	1	58.33
1	8	1	40.00
1	8	1	91.67
1	8	1	66.67
1	8	2	26.67
1	8	2	50.00

1	8	2	78.57
1	8	2	35.71
1	8	3	75.00
1	8	3	72.73
1	8	3	53.85
1	8	3	72.73
1	8	4	35.29
1	8	4	66.67
1	8	4	31.25
1	8	4	61.54
1	9	1	0.00
1	9	1	0.00
1	9	1	7.69
1	9	1	0.00
1	9	2	7.69
1	9	2	16.67
1	9	2	16.67
1	9	2	0.00
1	9	3	9.09
1	9	3	0.00
1	9	3	0.00
1	9	3	6.25
1	9	4	0.00
1	9	4	7.14
1	9	4	0.00
1	9	4	0.00
2	1	1	14.29
2	1	1	6.67
2	1	1	6.25
2	1	1	7.14
2	1	2	7.69
2	1	2	13.33
2	1	2	0.00
2	1	2	0.00
2	1	3	23.08
2	1	3	7.69
2	1	3	8.33
2	1	3	0.00
2	1	4	28.57
2	1	4	11.11
2	1	4	28.57
2	1	4	10.00
2	2	1	30.00
2	2	1	20.00
2	2	1	21.43
2	2	1	9.09
2	2	2	7.14
2	2	2	14.29
2	2	2	8.33
2	2	2	9.09
2	2	3	6.67

2	2	3	8.33
2	2	3	18.18
2	2	3	8.33
2	2	4	7.14
2	2	4	7.69
2	2	4	6.25
2	2	4	0.00
2	3	1	40.00
2	3	1	30.00
2	3	1	33.33
2	3	1	14.29
2	3	2	27.27
2	3	2	30.77
2	3	2	27.27
2	3	2	23.08
2	3	3	15.38
2	3	3	22.22
2	3	3	33.33
2	3	3	36.36
2	3	4	0.00
2	3	4	10.00
2	3	4	22.22
2	3	4	40.00
2	4	1	12.50
2	4	1	5.56
2	4	1	8.33
2	4	1	0.00
2	4	2	8.33
2	4	2	18.18
2	4	2	9.09
2	4	2	10.00
2	4	3	9.09
2	4	3	11.11
2	4	3	0.00
2	4	3	0.00
2	4	4	11.11
2	4	4	0.00
2	4	4	9.09
2	4	4	20.00
2	5	1	23.08
2	5	1	9.09
2	5	1	0.00
2	5	1	16.67
2	5	2	6.67
2	5	2	7.69
2	5	2	8.33
2	5	2	7.69
2	5	3	0.00
2	5	3	7.14
2	5	3	0.00
2	5	3	7.69

2	5	4	8.33
2	5	4	14.29
2	5	4	12.50
2	5	4	0.00
2	6	1	28.57
2	6	1	9.09
2	6	1	27.27
2	6	1	8.33
2	6	2	11.11
2	6	2	7.69
2	6	2	8.33
2	6	2	0.00
2	6	3	12.50
2	6	3	8.33
2	6	3	20.00
2	6	3	7.14
2	6	4	9.09
2	6	4	22.22
2	6	4	10.00
2	6	4	9.09
2	7	1	40.00
2	7	1	38.46
2	7	1	25.00
2	7	1	25.00
2	7	2	36.36
2	7	2	7.14
2	7	2	46.15
2	7	2	14.29
2	7	3	30.00
2	7	3	37.50
2	7	3	13.33
2	7	3	8.33
2	7	4	27.27
2	7	4	14.29
2	7	4	18.18
2	7	4	8.33
2	8	1	50.00
2	8	1	7.69
2	8	1	7.69
2	8	1	23.08
2	8	2	21.43
2	8	2	7.69
2	8	2	6.25
2	8	2	0.00
2	8	3	8.33
2	8	3	7.69
2	8	3	14.29
2	8	3	0.00
2	8	4	36.36
2	8	4	7.14
2	8	4	14.29

2	8	4	0.00
2	9	1	90.91
2	9	1	41.67
2	9	1	50.00
2	9	1	36.36
2	9	2	30.00
2	9	2	15.38
2	9	2	41.67
2	9	2	17.65
2	9	3	12.50
2	9	3	25.00
2	9	3	50.00
2	9	3	7.14
2	9	4	14.29
2	9	4	18.75
2	9	4	7.14
2	9	4	30.77
3	1	1	16.67
3	1	1	5.88
3	1	1	7.14
3	1	1	8.33
3	1	2	6.25
3	1	2	4.76
3	1	2	6.25
3	1	2	13.33
3	1	3	0.00
3	1	3	0.00
3	1	3	0.00
3	1	3	0.00
3	1	4	0.00
3	1	4	0.00
3	1	4	23.08
3	1	4	0.00
3	2	1	57.89
3	2	1	26.67
3	2	1	26.67
3	2	1	16.67
3	2	2	8.33
3	2	2	9.09
3	2	2	26.67
3	2	2	14.29
3	2	3	16.67
3	2	3	7.14
3	2	3	14.29
3	2	3	7.14
3	2	4	7.14
3	2	4	57.14
3	2	4	7.14
3	2	4	10.00
3	3	1	75.00
3	3	1	44.44

3	3	1	45.45
3	3	1	66.67
3	3	2	45.45
3	3	2	18.18
3	3	2	10.00
3	3	2	42.86
3	3	3	50.00
3	3	3	30.00
3	3	3	16.67
3	3	3	44.44
3	3	4	9.09
3	3	4	10.00
3	3	4	10.00
3	3	4	11.11
3	4	1	14.29
3	4	1	7.14
3	4	1	6.25
3	4	1	6.25
3	4	2	8.33
3	4	2	6.25
3	4	2	8.33
3	4	2	14.29
3	4	3	0.00
3	4	3	7.14
3	4	3	9.09
3	4	3	6.67
3	4	4	16.67
3	4	4	8.33
3	4	4	8.33
3	4	4	5.56
3	5	1	50.00
3	5	1	9.09
3	5	1	16.67
3	5	1	40.00
3	5	2	8.33
3	5	2	7.14
3	5	2	16.67
3	5	2	23.08
3	5	3	23.08
3	5	3	20.00
3	5	3	8.33
3	5	3	13.33
3	5	4	15.38
3	5	4	6.67
3	5	4	14.29
3	5	4	8.33
3	6	1	20.00
3	6	1	0.00
3	6	1	0.00
3	6	1	9.09
3	6	2	0.00

3	6	2	0.00
3	6	2	0.00
3	6	2	8.33
3	6	3	14.29
3	6	3	0.00
3	6	3	16.67
3	6	3	9.09
3	6	4	8.33
3	6	4	27.27
3	6	4	50.00
3	6	4	6.67
3	7	1	7.14
3	7	1	0.00
3	7	1	6.25
3	7	1	6.67
3	7	2	0.00
3	7	2	0.00
3	7	2	0.00
3	7	2	0.00
3	7	3	0.00
3	7	3	10.00
3	7	3	0.00
3	7	3	6.67
3	7	4	8.33
3	7	4	0.00
3	7	4	0.00
3	7	4	0.00
3	8	1	76.92
3	8	1	60.00
3	8	1	33.33
3	8	1	25.00
3	8	2	9.09
3	8	2	14.29
3	8	2	50.00
3	8	2	38.46
3	8	3	76.92
3	8	3	30.77
3	8	3	50.00
3	8	3	9.09
3	8	4	27.27
3	8	4	27.27
3	8	4	69.23
3	8	4	42.86
3	9	1	22.22
3	9	1	21.43
3	9	1	27.27
3	9	1	40.00
3	9	2	25.00
3	9	2	12.50
3	9	2	12.50
3	9	2	21.43

3	9	3	16.67
3	9	3	30.77
3	9	3	21.43
3	9	3	4.76
3	9	4	9.09
3	9	4	18.18
3	9	4	16.67
3	9	4	27.27
4	1	1	52.63
4	1	1	6.67
4	1	1	11.11
4	1	1	14.29
4	1	2	14.29
4	1	2	11.76
4	1	2	23.53
4	1	2	13.33
4	1	3	0.00
4	1	3	7.69
4	1	3	0.00
4	1	3	11.11
4	1	4	33.33
4	1	4	15.38
4	1	4	5.88
4	1	4	5.88
4	2	1	25.00
4	2	1	8.33
4	2	1	9.09
4	2	1	20.00
4	2	2	25.00
4	2	2	6.67
4	2	2	16.67
4	2	2	18.75
4	2	3	7.69
4	2	3	18.18
4	2	3	14.29
4	2	3	16.67
4	2	4	7.69
4	2	4	18.18
4	2	4	16.67
4	2	4	6.67
4	3	1	57.14
4	3	1	37.50
4	3	1	16.67
4	3	1	88.89
4	3	2	35.71
4	3	2	36.36
4	3	2	33.33
4	3	2	76.92
4	3	3	8.33
4	3	3	27.27
4	3	3	30.00

4	3	3	12.50
4	3	4	42.86
4	3	4	27.27
4	3	4	20.00
4	3	4	9.09
4	4	1	38.46
4	4	1	45.45
4	4	1	35.71
4	4	1	16.67
4	4	2	6.67
4	4	2	16.67
4	4	2	23.08
4	4	2	33.33
4	4	3	15.38
4	4	3	42.86
4	4	3	36.36
4	4	3	33.33
4	4	4	27.27
4	4	4	22.22
4	4	4	27.27
4	4	4	25.00
4	5	1	26.32
4	5	1	7.14
4	5	1	18.75
4	5	1	15.38
4	5	2	21.43
4	5	2	15.38
4	5	2	20.00
4	5	2	21.43
4	5	3	25.00
4	5	3	25.00
4	5	3	18.18
4	5	3	16.67
4	5	4	6.25
4	5	4	7.69
4	5	4	20.00
4	5	4	7.69
4	6	1	21.43
4	6	1	9.09
4	6	1	16.67
4	6	1	25.00
4	6	2	14.29
4	6	2	8.33
4	6	2	18.18
4	6	2	33.33
4	6	3	16.67
4	6	3	7.69
4	6	3	10.00
4	6	3	0.00
4	6	4	20.00
4	6	4	15.79

4	6	4	25.00
4	6	4	6.25
4	7	1	33.33
4	7	1	36.36
4	7	1	8.33
4	7	1	25.00
4	7	2	9.09
4	7	2	0.00
4	7	2	0.00
4	7	2	10.00
4	7	3	0.00
4	7	3	0.00
4	7	3	0.00
4	7	3	0.00
4	7	4	16.67
4	7	4	10.00
4	7	4	0.00
4	7	4	0.00
4	8	1	63.64
4	8	1	31.58
4	8	1	18.75
4	8	1	50.00
4	8	2	13.33
4	8	2	36.36
4	8	2	16.67
4	8	2	26.67
4	8	3	38.46
4	8	3	33.33
4	8	3	35.71
4	8	3	28.57
4	8	4	44.44
4	8	4	18.18
4	8	4	70.00
4	8	4	25.00
4	9	1	40.00
4	9	1	33.33
4	9	1	44.44
4	9	1	45.45
4	9	2	50.00
4	9	2	60.00
4	9	2	30.77
4	9	2	38.46
4	9	3	36.36
4	9	3	16.67
4	9	3	15.38
4	9	3	18.18
4	9	4	33.33
4	9	4	36.36
4	9	4	35.71
4	9	4	25.00
5	1	1	10.53

5	1	1	6.67
5	1	1	12.50
5	1	1	13.33
5	1	2	14.29
5	1	2	0.00
5	1	2	5.00
5	1	2	5.26
5	1	3	0.00
5	1	3	5.00
5	1	3	0.00
5	1	3	0.00
5	1	4	0.00
5	1	4	0.00
5	1	4	5.56
5	1	4	6.67
5	2	1	72.73
5	2	1	35.71
5	2	1	53.33
5	2	1	53.85
5	2	2	28.57
5	2	2	18.75
5	2	2	21.43
5	2	2	42.86
5	2	3	14.29
5	2	3	13.33
5	2	3	15.38
5	2	3	46.67
5	2	4	16.67
5	2	4	14.29
5	2	4	35.71
5	2	4	28.57
5	3	1	63.64
5	3	1	0.00
5	3	1	0.00
5	3	1	50.00
5	3	2	50.00
5	3	2	33.33
5	3	2	40.00
5	3	2	33.33
5	3	3	33.33
5	3	3	30.00
5	3	3	28.57
5	3	3	66.67
5	3	4	33.33
5	3	4	22.22
5	3	4	45.45
5	3	4	40.00
5	4	1	75.00
5	4	1	40.00
5	4	1	60.00
5	4	1	33.33

5	4	2	83.33
5	4	2	44.44
5	4	2	40.00
5	4	2	14.29
5	4	3	36.36
5	4	3	16.67
5	4	3	40.00
5	4	3	36.36
5	4	4	18.18
5	4	4	75.00
5	4	4	50.00
5	4	4	30.00
5	5	1	30.77
5	5	1	70.00
5	5	1	9.09
5	5	1	38.46
5	5	2	23.08
5	5	2	7.69
5	5	2	7.69
5	5	2	7.69
5	5	3	15.38
5	5	3	7.69
5	5	3	13.33
5	5	3	0.00
5	5	4	14.29
5	5	4	8.33
5	5	4	0.00
5	5	4	15.38
5	6	1	40.00
5	6	1	33.33
5	6	1	16.67
5	6	1	18.75
5	6	2	25.00
5	6	2	0.00
5	6	2	0.00
5	6	2	7.69
5	6	3	25.00
5	6	3	20.00
5	6	3	21.43
5	6	3	30.00
5	6	4	9.09
5	6	4	15.38
5	6	4	0.00
5	6	4	31.25
5	7	1	36.36
5	7	1	0.00
5	7	1	11.11
5	7	1	7.14
5	7	2	16.67
5	7	2	11.11
5	7	2	0.00

5	7	2	0.00
5	7	3	8.33
5	7	3	20.00
5	7	3	8.33
5	7	3	25.00
5	7	4	0.00
5	7	4	10.00
5	7	4	13.33
5	7	4	0.00
5	8	1	85.71
5	8	1	25.00
5	8	1	5.88
5	8	1	35.71
5	8	2	38.89
5	8	2	40.00
5	8	2	61.54
5	8	2	40.00
5	8	3	13.33
5	8	3	16.67
5	8	3	33.33
5	8	3	7.69
5	8	4	41.67
5	8	4	7.14
5	8	4	33.33
5	8	4	6.67
5	9	1	28.57
5	9	1	23.81
5	9	1	50.00
5	9	1	30.77
5	9	2	37.50
5	9	2	6.67
5	9	2	16.67
5	9	2	25.00
5	9	3	50.00
5	9	3	38.46
5	9	3	45.45
5	9	3	21.43
5	9	4	35.71
5	9	4	18.18
5	9	4	23.08
5	9	4	23.08

Registro de temperatura para calculo de horas frío

Cuadro 14. Registro de temperaturas diarias de la estación meteorológica ubicada en el Rancho el Conejo de San Antonio de las Alazanas ciclo 2009-2010.

Noviembre 2009		
23.7	2.5	11.59
22.5	3.1	12.02
21.3	1.8	10.51
21.5	1	10.17
19.7	0	9.2
21.2	-0.3	9.26
20.1	1.9	10.36
20.3	4.3	11.21
19.6	2.6	10.54
19.9	0.6	9.38
19.1	0.3	8.65
19.6	0.4	9.3
22.7	1	12.07
24.2	3.5	13.44
23.1	5.1	13.49
20.1	5.2	11.54
15	7.6	10.28
19.5	4.2	11.27
19.4	5.8	11.64
17.5	5.1	10.5
17.2	1.4	9.19
20.2	1.1	10.31
21.3	3.5	10.7
20.5	3.8	11.1
17.6	4	10.35
15.2	6.9	10.54
12.6	5	9.34
17.1	3.5	9.58
19.3	5.5	12.61
13	8.8	10.55
Diciembre 2009		
15.3	2.9	9.93
12.5	1.3	6.34
14.2	0.1	7.12
12.4	0	6.25
14.5	-2.5	5.82
19.8	7	12.59
19.3	8.3	14.15
22.8	11	16.22
21.6	6.3	13.45
21.9	5.6	13.29
21.4	6.3	12.65
22.2	5.9	13.18
21.3	3.5	12.01

22	3.9	12.53
17	5.9	10.29
9.5	5.5	7.72
11.7	1.6	6.79
15.7	-1.1	6.17
15.9	-0.9	6.46
14.6	3.6	7.78
14.4	1.1	7.3
16.3	0.1	7.81
16.4	4.9	9.91
12.4	1.6	7.21
13.9	-0.2	6.5
16.5	3.8	8.74
16.5	-0.1	7.8
13	1.2	6.56
9.1	6.7	7.82
15.4	6.3	9.59
18.5	1.7	9.4
Enero 2010		
15.4	-0.8	6.99
13.9	1.6	7.83
15	2	8.05
12.5	-2.2	4.81
12.8	4.1	7.03
16.9	0.1	6.78
15.8	0	7.35
12	-0.6	6.39
12.3	-4.1	2.55
11.2	-4.7	2.18
12.1	-3.2	3.41
12	0.2	4.28
9.7	0.7	4.26
11.6	2	6.62
5.5	0.2	2.72
12.3	0.1	4.68
15.3	0.1	7.01
17.7	2.1	9.42
19.7	1.5	10.74
20	5.3	11.94
20.9	4.2	11.67
21.6	1.2	12.48
22.4	8	14.46
14.8	2.4	8.3
19	-2.2	8.14
20.4	1	9.83
20	1.9	10.01
19.7	3.5	11.98
18.7	4.9	11.33
16.6	1.2	7.73
16.3	0.3	6.94
Febrero 2010		

16.6	2.9	8.65
10.9	3	6.39
9.9	4.6	7.55
11.5	2.5	5.77
15	0.5	6.59
17.1	-0.7	8.2
16.2	2.4	8.82
17.2	2.5	9.07
16.6	1.9	8.65
13	5.5	8.91
14.2	0.4	7.75
14	-2.6	5.24
16.3	-0.3	7.66
17.1	1.8	9.2
12.6	-1.7	5.81
11.9	2.7	7.47
14.4	3.9	7.91
7.7	4.1	5.85
15.6	4.9	8.71
17.6	1.7	9.43
19.1	4.4	10.8
18.5	2.5	9.73
17	-0.2	8.01
12.4	-4.8	3.18
18.7	-5.1	7.12
15.4	1.8	9.02
17.9	-2.3	7.77
21.4	1.7	12.75
Marzo 2010		
15	2.5	8.68
14.5	-3.2	5.77
19.8	-1.4	8.58
22.1	2.5	11.32
22	3.2	12.23
23	6	13.59
17.5	8.2	12.51
17.8	8.6	12.81
20.8	4.9	12.46
18.6	4.2	11.69
18	2.8	10.97
14.7	-1.3	6.22
21	-2.9	8.93
19.9	3	11.27
22.1	4.4	12.72
13.8	1.1	7.36
17.2	-2.8	6.74
20.3	-2	9.16
22	1.5	11.88
17.1	1.4	10.61
14.6	-2.4	5.09
20.3	-3.2	9.35

23.5	3.7	13.78
23.4	7.4	15.42
22.1	2.1	11.55
22.7	2.9	12.67
22.9	5.3	14.6
16.3	3.1	9.14
18.6	-1.2	8.71
22.5	1	12.1
27	2.3	14.79

Registro de temperatura para cálculo de unidades calor

Cuadro 15. Registro de temperaturas diarias de la estación meteorológica ubicada en el Rancho Guadalupe de Huachichil ciclo 2009-2010

Noviembre 2009		
Temp. media	Punto crítico	U.C
12.75	5	7.75
13.55	5	8.55
11.35	5	6.35
11.6	5	6.6
10.45	5	5.45
10.4	5	5.4
11.1	5	6.1
12.25	5	7.25
11.6	5	6.6
10	5	5
10.8	5	5.8
10.45	5	5.45
12.15	5	7.15
12.4	5	7.4
13.55	5	8.55
13.05	5	8.05
10.45	5	5.45
12.05	5	7.05
11.85	5	6.85
12.1	5	7.1
9.05	5	4.05
11.35	5	6.35
11.5	5	6.5
13.5	5	8.5
11.1	5	6.1
10.5	5	5.5
10.3	5	5.3
10.9	5	5.9

10.8	5	5.8
9.4	5	4.4
Diciembre 2009		
9.3	5	4.3
6.75	5	1.75
6.05	5	1.05
6.7	5	1.7
4.1	5	-0.9
11.8	5	6.8
14.05	5	9.05
15.55	5	10.55
13.9	5	8.9
13.1	5	8.1
13.1	5	8.1
14.25	5	9.25
13.4	5	8.4
13.85	5	8.85
11.9	5	6.9
8.65	5	3.65
7.95	5	2.95
8	5	3
7.4	5	2.4
9.3	5	4.3
8.8	5	3.8
8.3	5	3.3
9.15	5	4.15
7.45	5	2.45
5.15	5	0.15
9.65	5	4.65
9.2	5	4.2
6.05	5	1.05
8.15	5	3.15
10.4	5	5.4
10.75	5	5.75
Enero 2010		
8.4	5	3.4
7.05	5	2.05
9.2	5	4.2
5.6	5	0.6
7.75	5	2.75
7.9	5	2.9
7.8	5	2.8
5.8	5	0.8

4.05	5	-0.95
2.65	5	-2.35
4.6	5	-0.4
4.95	5	-0.05
6.15	5	1.15
7.7	5	2.7
5.55	5	0.55
7.25	5	2.25
7.5	5	2.5
9.9	5	4.9
10.8	5	5.8
11	5	6
11.2	5	6.2
11.45	5	6.45
11.5	5	6.5
8.1	5	3.1
8.55	5	3.55
10.8	5	5.8
11.05	5	6.05
11.95	5	6.95
10.1	5	5.1
10.25	5	5.25
8.4	5	3.4
Febrero 2010		
10.6	5	5.6
6.25	5	1.25
7.75	5	2.75
6.65	5	1.65
7.4	5	2.4
9.2	5	4.2
9.5	5	4.5
11.2	5	6.2
9.6	5	4.6
9.4	5	4.4
9.45	5	4.45
6.45	5	1.45
8	5	3
11.1	5	6.1
6.5	5	1.5
8.25	5	3.25
9.8	5	4.8
6.15	5	1.15
11.4	5	6.4
10.15	5	5.15

10.8	5	5.8
9.35	5	4.35
9.15	5	4.15
6.3	5	1.3
7.6	5	2.6
9.85	5	4.85
8.9	5	3.9
11.45	5	6.45
Marzo 2010		
8.9	5	3.9
8.95	5	3.95
9.9	5	4.9
12.8	5	7.8
12.4	5	7.4
14.5	5	9.5
14.35	5	9.35
13.2	5	8.2
12.25	5	7.25
11.1	5	6.1
10.5	5	5.5
7.3	5	2.3
10.15	5	5.15
12.1	5	7.1
12.25	5	7.25
11	5	6
8.45	5	3.45
10.55	5	5.55
12.6	5	7.6
10.6	5	5.6
7.95	5	2.95
9.6	5	4.6
13.7	5	8.7
14.45	5	9.45
12.45	5	7.45
13.15	5	8.15
15.1	5	10.1
10.75	5	5.75
9.75	5	4.75
12.6	5	7.6
14.8	5	9.8

LITERATURA CITADA

- Álvarez, R. S. (1974). El manzano. Ministerio de Agricultura. Tercera edición. Madrid. p.p. 382-384.
- Barrios, B. L. (1993). Estimación de la unidades calor requeridas en la fenología del Manzano (*Mallus pumilla Mill*) cvs. Golden Delicious y Starkjrimson, bajo condiciones de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.p.p. 52-60.
- Calderón, A. E. (1989). Fruticultura General. “El esfuerzo del hombre”. 3ª edición. Editorial Limusa. p.p. 71, 103, 104, 117, 118, 763.
- Carmona, A. J. (1997). Contribución al conocimiento del papel de las poliaminas en el desarrollo del fruto de la platanera. Estudio de las implicaciones fisiológicas de estas sustancias sobre el crecimiento “in vitro” de los tejidos del ovario. Tesis de Doctorado. Universidad de la Laguna. Islas Canarias p.p. 16-19.
- Cepeda, S. M., Ramírez, H., Castillo, M. B. (1988). El Manzano. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. p.p. 25.
- Contreras de la Reé F. J. (2006). Avances de investigación sobre variedades de manzana en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Desplegable para productores. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Saltillo. Abril 2006.
- Contreras de la Reé F. J., Vázquez, R. J.A. (2010). Cultivares y mutantes de manzana para el sureste de Coahuila. INIFAP. Campo Experimental Saltillo. México. p.p. 9-14.

- Coutanceau, M. (1971). Fruticultura técnica y economía de los cultivos de rosáceas leñosas productoras de fruto. Ed. Oikos- Tau, S.A España. p.p. 608.
- Cruz H., Avitia G., Cruz H. (2002). Selección de polinizadores para manzano “Aguanueva II”. Revista Chapingo Serie Horticultura 8(2): 251-261. Estado de México.
- Duprat, F., Grotte, M., Pietro, E. y Loonis, D. (1997). The acoustic impulse response method for measuring the overall firmness of fruit. J. Agric. Eng. Res. 66: 251-259.
- Elías C. F., Castellví S. F. (2001). Agrometeorología. 2ª edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.p.p. 513.
- FAO. (2011).Estadísticas- Producción, país por producto (Manzana) en 2009 obtenido de <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> el día 14 de octubre de 2011.
- Fernández, R., Parra, R., Pérez, S., Vera, J.M., Zacatenco, M.G. (2010). Variedades de Manzana recomendadas para las serranías de Hidalgo y Querétaro. INIFAP. Publicación Técnica No.1. Centro de Investigación Regional del Centro. México. p.p. 16, 24, 26.
- Ghariani, K., Stebbins, R.L. (1994). Chilling requirements of apple and pear cultivars. Fruit varieties Journal. p.p. 48, 215-222.
- Ibañez M., Becerril R., Castillo M., *et. al.* (2000). Efecto de cubiertas, riego y fertilización foliar en el desarrollo radical de manzano. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. p.p. 5-7.

- Iglesias, I., Carbó, J., Bonany, J., *et al.* (n. d). Manzano las variedades de más interés. Insstitut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Barcelona. p.p. 91-92.
- Jugenheimer, Robert W. (1985). Maíz. Variedades mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Limusa. México. p.p. 97-105.
- Lang, G. A., J. D. Early, R. D. Darnell, y G. C. Martín. (1987). Endo and ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. HortScience 22:371-377.
- Lara L. (1984). El fenómeno de reversión en mutantes naturales de manzano c.v Golden Delicious. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.p.p.36-40.
- Lepinasse, J. M. (1980). La conduite du pommier II. L'axe vertical, la renovation des vergers (2eme partie). CTIFL. París.p.p. 118.
- Leza, P. C. (2008). Caracterización Fenológica de 10 Selecciones de Manzano en el Ejido Los Lirios, Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.p.p. 24, 47, 55.
- López, A. (2003). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO 151. INTA Balcarce, Argentina. p.p. 95-111.
- López, M. J.G. (1982). Evaluación fenológica de mutantes locales de manzano cv. Golden Delicious. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.p.p. 68-70.
- Luna, J. P. (2004). Fenología y variabilidad genética en mutantes de manzano cv. "Golden Delicious" en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo. Coahuila. México. p.p. 86.

- Mendoza, V.M. (1965). El cultivo de la manzana. Primera Parte. Centro Nacional de Productividad. México. p.p. 27.
- Miller, T.W., Mattison, D.S., Bostrick, B.C y Fellman, J.K. (1994). Light penetration affects color and flavor of Red Delicious apples HortScience. Vol 29(5), May 1994.p.p. 287.
- Miranda B., Becerril R., Castillo M., Vega N. (1997). Requerimientos de frío y calor y estimulación de la brotación del manzano “Aguanueva II”. Programa de fruticultura Colegio de Posgraduados. Estado de México. Publicado en Agrociencia 31: 45-49.
- Molina., Alegre, S., Casero, T., Casals, M., *et al.* (2006). Medición de la calidad en manzanas “Royal Gala”: comparación entre parámetros acústicos y parámetros tradicionales. Área de poscosecha. Centro UdL-IRTA, CeRTA. Universidad de Lleida, España.
- Moore, J. N. y Janick, J. (1988). Métodos Genotécnicos en frutales. AGT Editors, S.A. p.p. 99- 130.
- Navarro, F. J. (2001). Guía de las frutas cultivadas. Identificación y cultivo. Editorial Mundi Prensa. España. p.p 136, 137,138.
- Olvera, E.M., Vázquez, R.J.A., Contreras de la Reé., *et al.* (2010). Polinización de cinco variedades de manzano con seis variedades polinizadoras en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Memoria de la XXII Semana Internacional de Agronomía FAZ- UJED. p.p 612- 615.
- Oyervides M. F (1994). Maestro Investigador del Departamento de Horticultura. UAAAN. Comunicación personal.
- Pérez, F.J., Ormeño, J. N., Reynaert, B., *et al.* (2008). Utilización del modelo dinámico para evaluar el frío invernal en una localidad de clima

- templado y otra subtropical de Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago, Chile. p.p. 206-210.
- Plovdiv. (1983). Metodología para la obtención de nuevos materiales en árboles frutales. Bulgaria. Traducción Búlgaro - Español por Martínez Cano. 1999.
- Ramírez, H. (2002). Fisiología y manejo de manzano. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. p.p 13-158.
- Ramírez, H. y Cepeda, M. (1993). El manzano. Ed. Trillas. México, D.F. p.p. 72.
- Reyes, L. A. 1977. Uso de un sistema de enfriamiento por evaporación de agua en el cultivo del manzano (*Malus silvestris*. Mill.) en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Monografía Técnico-científica Vol. 3(10) Saltillo, Coahuila.
- Richardson, E.A., S.D. Seeley, y D.R. Walker.(1974). A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. HortScience 9:331-32.
- Romero, F., Martínez., Pretel, M.T. (2003) Factores pre-cosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios. Escuela politécnica Superior Orihuela, Alicante. p.p. 78-90.
- Root, W. H. (1996). Apples and apple processing. In: Somogyi, L. Processing Fruits: Science and Technology, Vol. 2, Major Processed Products. Technomic Publishing, Lancaster, Pennsylvania. p.p. 1-35.
- Ryugo, K. (1993). Fruticultura Ciencia y Arte. AGT Editors, S.A. p.p. 4, 31-33, 89.

- Saavedra C. L. (1987). Estudio comparativo del proceso de diferenciación floral entre el mutante de manzano Aguanueva II y el cv. normal Golden Delicious. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.p 40-43.
- Saure, M. C. (1985). Dormancy release in deciduous fruit trees. Hort. Rev. 7:239-299.
- SIAP, (2011). Cierre de la producción agrícola de manzana por estado para el año 2010, modalidad riego más temporal. Obtenido de http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 el día 05 de Octubre de 2011.
- Sinnot, E. y K. Wilson. (1975). Botánica: principios y problemas. Ed. Continental. México.p.p548.
- Torres, R. E. (2001). Agrometeorología. Primera reimpresión. Editorial Trillas. México. p.p. 317.
- Torres, R. E. (1995). Agrometeorología Primera impresión. Editorial Trillas. México. p.p. 68-72.
- UPOV. (2005). Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Manzano (variedades frutales). Documento en línea: http://www.upov.int/es/publications/tg-rom/tg014/tg_14_9.pdf. Obtenido el día 08/10/2011.
- Vázquez R, J. A (2001). Caracterización fenológica y fenotípica de híbridos de manzano (*Malus doméstica Borkh.*). Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.p16.
- Vázquez R., Contreras de la R., Covarrubias J. (2010). Las variedades de manzano en México. Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP

obtenido de <http://www.cultivodemanzana.com/files/variedades.pdf> el día 09/09/2011.

Villalpando R. (1987). Estudio Fenológico en el Mutante de Manzano Aguanueva II. Tesis de Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.p. 44.

Watkins, R., Smith, R. A. (1982). Descriptor List for Apple (Malus). International Board for Plant Genetic Resources. CEC Secretariat, Brussels. Reprinted. p.p. 25-27.

Westwood, M. N. (1982). Fruticultura de Zonas Templadas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. p.p 48, 49 251, 252.

Zavala M. (1994). Comportamiento de los cultivares de Manzano Golden Delicious, Golden Vigas, Starkrimson y Redchief, bajo las condiciones de Huachichil, Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila. p.p. 39.