

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto de Niveles de Fertilización en el Crecimiento, Rendimiento y Producción de Yemas del Duraznero [*Prunus persica* (L.) Batsch], en Los Caracoles, Valparaíso, Zacatecas

Por:

LEANDRO RAMOS MIER

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de Niveles de Fertilización en el Crecimiento, Rendimiento y
Producción de Yemas del Duraznero [*Prunus persica* (L.) Batsch], en
Los Caracoles, Valparaíso, Zacatecas

Por:

LEANDRO RAMOS MIER

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Armando Hernández Pérez
Asesor Principal


M.C. Belén Guadalupe Muñoz Rocha
Asesor Principal Externo


Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Coasesor


Dr. Homero Ramírez Rodríguez
Coasesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2024

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.


Pasante

Leandro Ramos Mier
Firma y Nombre

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que desde el inicio me ha forjado en el ámbito de exigencia, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos”.

A Dios, por brindarme fe durante todos los momentos malos y buenos durante toda la vida, por permitirme salud a mí y toda mi familia por siempre estar en mis pasos y guiarme por el mejor camino.

A la ING. Karyme Guevara García, por su apoyo incondicional a lo largo de la trayectoria universitaria y de esta etapa linda de la vida, por estar en todos los momentos y caminar junto a mí en estos logros que compartimos y son un sueño compartido.

A mi Padre Leandro Ramos Casas, por darme la oportunidad de realizar la licenciatura que desde pequeño estuvo en mi mente y no dejarme solo en esta etapa, por ser pieza fundamental en mi formación y mi mayor orgullo.

A mi Madre Rosa María Mier López, por todos los consejos y bendiciones que me brindo desde mi niñez hasta este punto de mi vida, por ser el pilar de mi hogar y fortaleza de la familia.

Al Dr. Armando Hernández Pérez, por ser un docente de admirar por su formación, poder de transmitir su enseñanza y disciplina. Y forjar un ámbito de constancia, perseverancia y mérito en todos los aspectos.

A la M.C. Belén Guadalupe Muñoz Rocha, por su apoyo y amistad en todos los proyectos dentro y fuera de la universidad.

A mis hermanos, por estar siempre con esa constante motivación hacia mí para poder desempeñarme en mi ámbito agrícola y de estudio al igual por todos los consejos y apoyos de cada uno de ellos la persistencia en cada momento y la unión que nos acompaña.

DEDICATORIA

A **Dios** por brindarme Fe durante todos los momentos malos y buenos durante toda la vida, por permitirme salud a mí y toda mi familia por siempre estar en mis pasos y guiarme por el mejor camino.

Esta etapa de mi vida se la dedico a todas aquellas personas que aportaron en mí y que compartieron conocimientos tanto personales como escolares, durante la Universidad, pero en especial a mi mujer **Karyme Guevara García** e hijo **Leandro Ramos Guevara** por acompañarme en este proceso y todo el apoyo emocional, espiritual y todo el amor hacia mí, formar parte de las piezas fundamentales en mi desarrollo y en todos los proyectos de mi vida realizados.

A mi señor padre **Leandro Ramos Casas** y mi señora madre **Rosa María Mier López** por todo el cariño, hacerme saber la verdadera importancia de la vida y saber valorar todas las oportunidades de estudio que nos brindaron a todos sus hijos sacrificando todo por un mejor desarrollo crítico y científico. A mis hermanos por toda la unión que forman para mí y la motivación para crecer en todo los sentidos.

A mi abuela **Rosenda López Perales †**, por todo el amor y consejos que me brindo desde mi niñez que fueron fundamentales para poder lograr cada una de las cosas que he realizado y estar siempre presente en mi mente guiándome de mis pasos durante mi vida.

A mi hermano **Abraham Ramos Mier**, por el acompañamiento en todo el desarrollo desde mi ingreso a la universidad hasta terminarla por ser un gran compañero de vida y soporte incondicional en todos los aspectos.

A mis **Hermanas** por inculcarme el camino al estudio, la preparación y superación en el ámbito escolar por ser contantes en su criterio del crecimiento personal, por estar siempre presentes en toda mi carrera universitaria y con esa motivación.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	VII
1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivo general.....	1
1.2.- Objetivos específicos	2
1.3.-Hipótesis	2
2.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.- Origen e historia	3
2.2.- Importancia mundial	3
2.3.- Importancia nacional.....	4
2.4.- Zacatecas como productor	6
2.5.- Fenología del duraznero	7
2.5.1.- Desarrollo de las yemas	8
2.5.2.- Desarrollo de la hoja.....	9
2.5.4.- Aparición del órgano floral	10
2.5.5.- Floración.....	11
2.5.6.- Formación del fruto.....	12
2.5.7.-Maduración del fruto.....	13
2.5.7. Senescencia y comienzo del reposo vegetativo.	13
2. 6.- Principales porta injertos utilizados en la producción de duraznos.....	14
2.6.1- Portainjerto Lovell.....	14
2.6.2.- Portainjerto Nemaguard	15
2.6.3.- Portainjerto Nemared	15
2.6.3. Franco de semilla como patrón de duraznero	15
3.6.- Cultivares.....	16
3.6.1.- Variedad Regio.....	16
3.6.2.- Variedad Sol.....	16
3.6.3.- Variedad Madrugada	17
3.6.4.- Variedad HI 19-4	17
3.6.5.- Variedad Michele.....	18
3.5.6.- Variedad aurora.....	18

3.5.7.- Variedad Fred.....	19
3.5.8.- Variedad Atlax (Tlaxcala)	19
3.5.9.- Variedad Cel 10-17.....	20
3.5.10.- Variedad CEL 79-10.....	20
3.5.11 Variedad Regina	20
3.5.12.- Variedad Irina	21
3.6.13. -Variedad Escarcha	21
3.5.14.- Variedad Plagold	22
3.5.15.- Variedad Brisa	22
3.5.16.- Variedad HII 6-16	23
3.5.17.- Variedad Luna	23
3.5.18 Variedad con maduración tardía “Atardecer”	23
3.7.- Requerimiento de horas frío.....	24
3.5.1 Compensadores de horas frío	24
3.8.- Nutrición mineral en el cultivo de durazno	25
3.8.1.- Nitrógeno.....	25
3.8.2.- Fósforo	26
3.8.3.- Potasio	26
3.8.4.- Calcio	27
3.8.5.- Magnesio.....	27
3.8.7.- Azufre	27
3.8.7.- Hierro	28
3.8.8.- Manganeso.....	28
3.8.9.- Zinc.....	29
3.8.10.- Boro.....	29
3.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1.- Localización del experimento	30
3.2.- Instalación del experimento	30
3.3.- Tratamientos evaluados	30
3.4.- Diseño Experimental.....	31
3.5.- Labores culturales	31
3.5.1.- Poda.....	31

3.5.2.- Aplicación foliar	32
3.5.3.- Riego	32
3.5.4.- Raleo	33
3.5.5 Fertilización	34
3.5.6.- Control de plagas	34
3.5.7.- Trips de California (<i>Frankliniella occidentalis</i>	34
3.5.8.- Escama de San José (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>)	35
3.5.9.- Arañita roja europea (<i>Panonychus ulmi</i>)	36
3.5.10.- Control de enfermedades	36
3.5.11.- Roya	37
3.5.12.- Cloca (<i>Taphrina deformans</i>).....	37
3.5.13.- Cenicilla polvorienta	38
3.5.14.- Cosecha	38
3.4.15.- Índice de cosecha.....	39
3.6.- Variables evaluadas	40
3.7.- Análisis estadístico	40
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1.- Tasa absoluta de crecimiento de brotes de duraznero	41
4.2.- Numero de frutos por árbol y longitud de brote	42
4.3.- Cosecha de durazno.....	43
4.4.- Rendimiento de fruto	45
4.5.- Número total de brotes y yemas	46
5.-CONCLUSIÓN	48
6.- LITERATURA CITADA.....	49

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribución en porcentaje de la producción de durazno a nivel mundial, de acuerdo con datos del FAOSTAT en el año 2020..... 4
- Figura 2.** Aportación en porcentaje del rendimiento de durazno en el año 2021, de acuerdo con los datos registrados en el SIAP (Elaboración propia). 5
- Figura 3.** Distribución en porcentaje de la superficie plantada en los municipios del estado de Zacatecas (Elaboración propia)..... 7
- Figura 4.** Efecto de la fertilización sobre la tasa absoluta de crecimiento (TAC) de brotes de duraznero en diferentes tiempos de evaluación. TAC-marzo; ANVA= $p \leq 0.001$, TAC-abril; ANVA= $p \leq 0.001$, TAC-mayo; ANVA= $p \leq 0.001$. Las letras a, b y c son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05. 42
- Figura 5.** Efecto de la fertilización sobre el porcentaje de fruto cosechado por corte de durazno. Corte1 (A); ANVA= $p \leq 0.001$, Corte2 (B); ANVA= $p \leq 0.001$, Corte3 (C); ANVA= $p \leq 0.112$ y Corte4 (D); ANVA= $p \leq 0.01$. Las letras a, b y c son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05..... 44
- Figura 6.** Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de fruto de durazno. Rendimiento por árbol (A); ANVA= $p \leq 0.001$, Rendimiento por hectárea (B); ANVA= $p \leq 0.001$. Las letras a y b son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05. 45
- Figura 7.** Efecto de la fertilización sobre el número de brotes por planta durazno. Brotes por planta; ANVA= $p \leq 0.003$. Las letras a y b son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05. 46
- Figura 8.** Efecto de la fertilización sobre la producción de yemas vegetativas y mixtas en árboles de durazno. Yemas mixtas (A); ANVA= $p \leq 0.001$, Yemas vegetativas (B); ANVA= $p \leq 0.002$. Las letras a, b y c son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05. 47

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.-Efecto de la fertilización sobre el número de frutos por árbol y de la longitud final de brote de duraznero.....	43
---	-----------

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Comienzo de la hinchazón de las	8
Imagen 2. Inicio de la brotación vegetativa en el duraznero.....	9
Imagen 3. Desarrollo de brotes en el duraznero.....	10
Imagen 4. Botones florales antes de	11
Imagen 5. Plena floración del duraznero.	12
Imagen 6. Localización del trabajo de investigación.....	30
Imagen 7. Poda de fructificación invernal en el duraznero.	31
Imagen 8. Raleo de frutos de durazno.	33
Imagen 9. Daño de <i>Frankliniella occidentalis</i> en fruto de duraznero	35
Imagen 10. Incidencia de escama de San José en brote de duraznero	35
Imagen 11. Daño de <i>Panonychus ulmi</i> en hojas de duraznero	36
Imagen 12. Daño de <i>Taphrina deformans</i> en hojas de duraznero.....	37
Imagen 13. Daño en hojas, brotes y fruto de cenicilla polvorienta en duraznero.	38
Imagen 14. Cosecha de duraznero.	39

RESUMEN

El experimento se desarrolló en la comunidad de Los Caracoles, Valparaíso, Zacatecas. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de los niveles de fertilización en el crecimiento y rendimiento de fruto en arboles de durazno. Se evaluaron tres diferentes niveles fertilizaciones: fertilización tradicional, fertilización óptima (de acuerdo a meta de rendimiento) y fertilización más el 15 % de la óptima. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar en tres tratamientos y en cada tratamiento con tres repeticiones. Las variables que se evaluaron son: longitud de los brotes, tasa absoluta de crecimiento, diámetro del fruto, numero de frutos por árbol, rendimiento por árbol, rendimiento por hectárea y número brotes por árbol, yemas vegetativas y mixtas. Con la fertilización óptima aumentó el número brotes, número de yemas mixtas por árbol, el número de frutos y el rendimiento de frutos por árbol. La mayor tasa absoluta de crecimiento se obtuvo en árboles fertilizados con el +15 % de la fertilización óptima. Con la fertilización tradicional incremento el número de yemas vegetativas pero menor número de yemas mixtas. Lo anterior sugiere que, con la fertilización óptima se puede lograr a incrementar el rendimiento frutos y equilibrar el crecimiento de los árboles.

Palabras clave: tasa absoluta de crecimiento, yemas mixtas, yemas vegetativas, fertilización óptima.

1.- INTRODUCCIÓN

El cultivo de durazno en México se encuentra en una gran diversidad de climas, desde climas cálidos en Sonora a nivel del mar hasta zonas altas y frías como en Chihuahua; también podemos encontrarlo en climas secos (Zacatecas) o climas muy húmedos (Puebla y Veracruz). Dada su gran adaptabilidad a distintas condiciones climáticas, la producción de durazno existe durante todo el año. El consumo en fresco es el principal uso que tiene la fruta de durazno; no obstante, puede emplearse para la agroindustria para la elaboración de mermeladas, almíbares o bebidas y contiene compuestos fitoquímicos que le confieren propiedades antioxidantes (INTAGRI, 2020).

Para un crecimiento normal y una productividad óptima de los árboles frutales requieren 13 nutrientes esenciales en cantidades variables. Los que se necesitan en cantidades relativamente grandes se denominan Macronutrientes: Nitrógeno (N), fósforo (F), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S). Los que se necesitan en concentraciones más pequeñas se denominan Micronutrientes: cloro (Cl), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), cobre (Cu), y molibdeno (Mo) (Lorén-Zaragozano, 2013). En general hay poca o nula información de los requerimientos de estos nutrientes de las diferentes variedades y en zonas de producción, por lo que es necesario generar información pertinente para incrementar los rendimientos. Sin embargo, una de estas opciones es la obtención de las dosis de fertilización en función de las metas de rendimiento de los diferentes frutales. Por lo anterior se planteó los siguientes objetivos.

1.1.- Objetivo general

Determinar el efecto de los niveles de fertilización en el crecimiento y rendimiento de fruto en árboles de durazno.

1.2.- Objetivos específicos

Obtener la mejor fórmula de fertilización que logre un crecimiento balanceado entre yemas mixtas y vegetativas de los árboles de durazno.

Encontrar una fórmula de fertilización que incremente el rendimiento de fruto de los árboles de durazno.

1.3.-Hipótesis

Al menos una de las fertilizaciones que se emplearon en el duraznero impactara en el crecimiento, rendimiento y en la producción yemas mixtas y vegetativas para el siguiente ciclo de producción.

2.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Origen e historia

El durazno es originario de la antigua China, lugar donde era considerado como símbolo de larga vida e inmortalidad y de donde se expandió al rededor del mundo a distintas regiones gracias a los viajes comerciales que practicaban los persas (Axayacatl, 2020).

Su introducción al Nuevo Mundo se debe a los exploradores españoles, para el año 1600 ya se encontraba esta fruta en México. Sin embargo, durante siglos, el cultivo y la selección de nuevas variedades de duraznos se limitaron en gran medida a los jardines de la nobleza. La producción comercial a gran escala comenzó hasta el siglo XIX, en los Estados Unidos de América (EE. UU). Las primeras plantaciones fueron inevitablemente variables y, constantemente de mala calidad (Rodríguez, 2023).

2.2.- Importancia mundial

A nivel mundial, el durazno es considerado como uno de los principales productos caducifolios, gracias a su consumo, rentabilidad, propiedades nutritivas y características de su producción (Axayacatl, 2020).

En el año 2018, la producción mundial de durazno fue de 24, 569,744 toneladas (t) obtenidas en una superficie cosechada de 1, 491,817 hectáreas (ha), dando un rendimiento promedio de 16.5 t ha⁻¹. (Solleiro, 2018).

En el año 2020, China fue el principal productor de este cultivo con 15, 000,000 t (57.8 %), seguido por España con 1, 306,020 toneladas (7.3 %) e Italia con 1, 015,350 toneladas (5.1%), estas 3 naciones representaron el 70.5 % de la producción mundial (FAOSTAT, 2020). En la Figura 1 se observa gráficamente la distribución en porcentaje de la producción de durazno a nivel mundial.

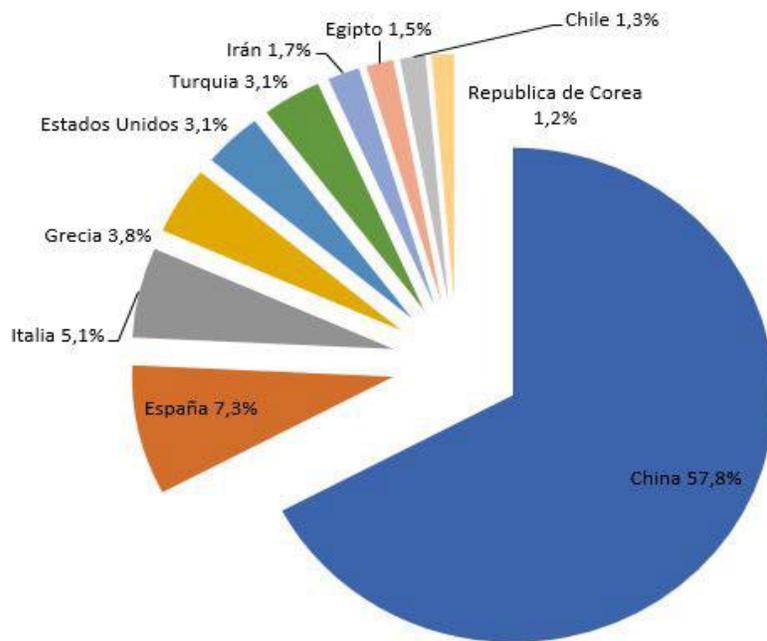


Figura 1. Distribución en porcentaje de la producción de durazno a nivel mundial, de acuerdo con datos del FAOSTAT en el año 2020.

2.3.- Importancia nacional

En México, el cultivo de durazno se encuentra en una gran diversidad de climas, desde climas cálidos como en Sonora a nivel del mar hasta zonas altas y frías como en Chihuahua, también podemos encontrarlo en climas secos (Zacatecas) o climas muy húmedos (Puebla y Veracruz). Dada su gran adaptabilidad a distintas condiciones climáticas, la producción de durazno existe durante todo el año. El consumo en fresco es el principal uso que tiene la fruta de durazno; no obstante, puede emplearse para la agroindustria en la elaboración de mermeladas, almíbares o bebidas. De igual manera, se utiliza como ingrediente en otros alimentos como ensalada, pasteles o postres. Además, contiene compuestos fitoquímicos que le confieren propiedades antioxidantes (INTAGRI, 2020).

En México la producción de durazno casi en su totalidad se emplea para abastecer el mercado nacional. Del consumo total que se tiene, solo el 14.4 % es importada. Los países proveedores de durazno para México son EE. UU., China, Chile, Grecia, España, Turquía, Francia, Polonia y Alemania.

En el año 2018 las importaciones de esta fruta incrementaron en un 54 % con respecto a 2017, esto indica el alto interés y la fuerte demanda que existe en México por esta fruta, pero que poco se ha hecho por satisfacerla, brindando una excelente oportunidad de negocio para los productores y comercializadores de durazno.

De acuerdo con los datos registrados por el SIAP en el año 2021, se produjeron 217 266 toneladas de durazno, los principales estados productores son: Zacatecas (31 %), Chihuahua (14 %), Michoacán (12 %), Puebla (11 %), Estado de México (8 %), Aguascalientes (3 %). Estas seis entidades aportaron 79 % de la producción nacional.

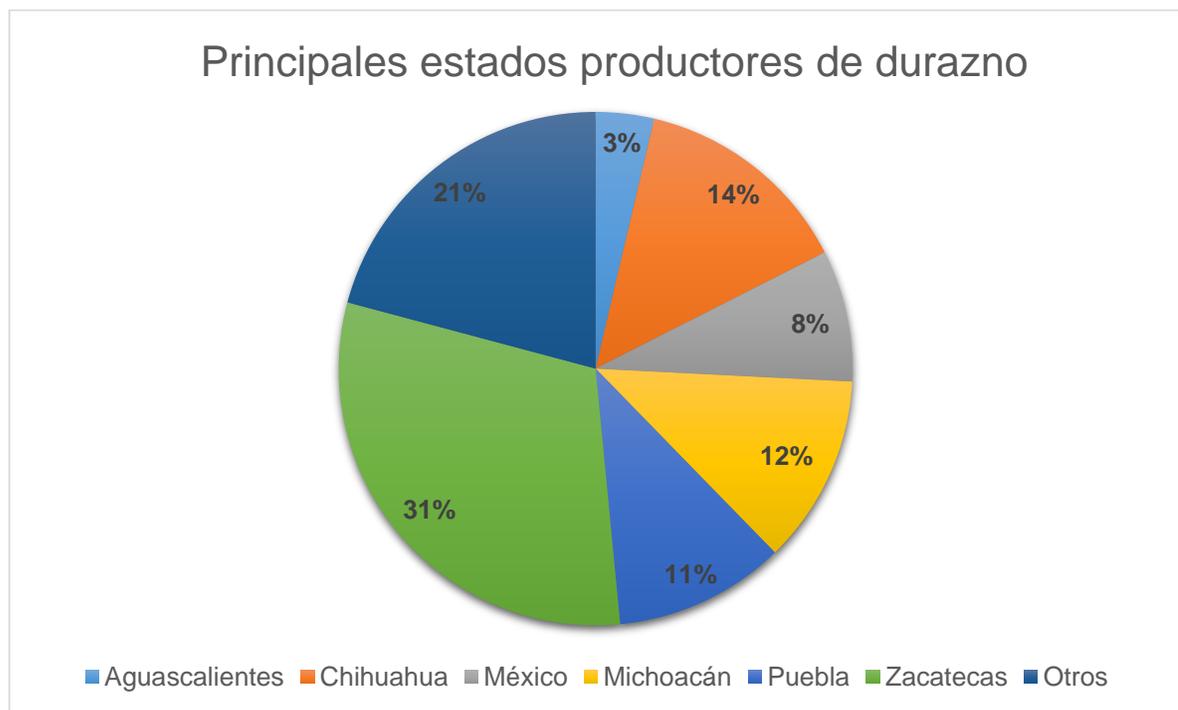


Figura 2. Aportación en porcentaje del rendimiento de durazno en el año 2021, de acuerdo con los datos registrados en el SIAP (Elaboración propia).

Por otra parte, para el mismo año de producción, la superficie plantada fue de 33,556.30 ha, donde Zacatecas ocupó el primer lugar con un 35 % de la superficie, seguido de Puebla (11 %), Michoacán (10 %), Chihuahua (7 %), Estado de México (6 %) y Aguascalientes (1%), el resto de los estados productores de este cultivo representan el 30 % de la superficie plantada (SIAP, 2021).

2.4.- Zacatecas como productor

En el ámbito nacional, Zacatecas se ubica entre los cinco Estados con mayor producción de durazno. El duraznero cultivado en Zacatecas es criollo de hueso pegado, propagado sexualmente y cultivado principalmente bajo temporal (≈ 81 %), estas características remarcan la importancia socioeconómica de este cultivo perenne. Asimismo, es importante considerar la mano de obra que demanda, la cual, anualmente se estima en próximamente cuatro millones de jornales, aspecto que contribuye temporalmente en la economía local, promueve el arraigo de los productores y minimiza la migración. El ingreso anual registrado en 2021 del estado de Zacatecas, con condiciones de riego más temporal, en los principales municipios productores de durazno (Valparaíso, sombrerete, Calera de Víctor Rosales, Fresnillo, Jerez de García Salinas, General Enrique Estrada), se registraron un total de 758, 817 t generados en 11,324.15 ha cosechadas (SIAP, 2021).

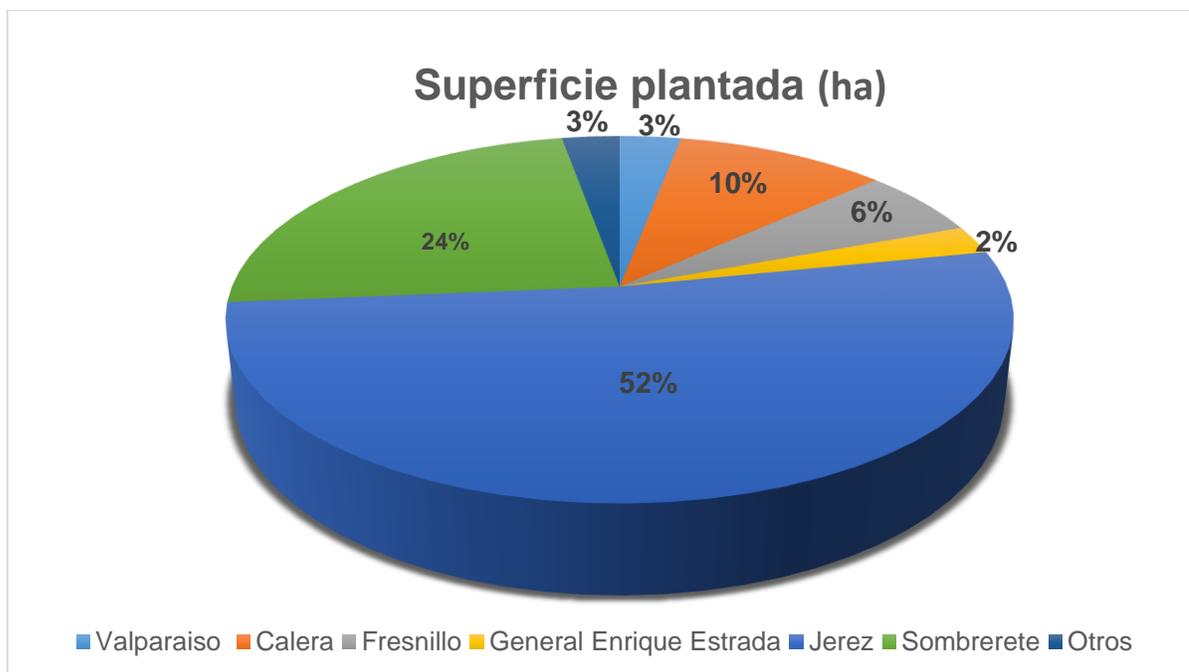


Figura 3. Distribución en porcentaje de la superficie plantada en los municipios del estado de Zacatecas (Elaboración propia).

2.5.- Fenología del duraznero

La fenología se refiere a la ciencia que examina y estudia los ciclos naturales recurrentes que suceden en la vida una planta. A lo largo de la historia, los seres humanos han aplicado su entendimiento de los fenómenos fenológicos en la agricultura. La fenología, que fue un componente esencial de las prácticas agrícolas tradicionales, sigue teniendo un vínculo estrecho con la agricultura contemporánea debido a sus aportes significativos (Meier, 2012).

La fenología en los frutales de clima templado se puede definir como la sincronización de eventos biológicos recurrentes, las causas de su sincronización con respecto a las fuerzas bióticas y abióticas, y la interrelación entre fases de esta o diferentes, según la especie (Liang, 2019). Los eventos comúnmente observados en la cultivos frutícolas son: presencia de yema, aparición de hojas, maduración de frutos, caída de hojas para varios árboles frutales (Fenner, 2016). Meier (2012), menciona que, los estadios fenológicos del durazno son: Desarrollo de las yemas,

Desarrollo de las hojas, Crecimiento longitudinal de los brotes terminales, Aparición del órgano floral, Floración, Formación del fruto, Maduración del fruto, Senescencia y comienzo del reposo vegetativo. Por otro lado, El Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura (CEAF), menciona en el cultivo del duraznero las siguientes etapas fenológicas: yema hinchada, botón rosado, inicio de la floración, plena floración, caída de chaqueta (Caída de pétalos), llenado de fruto, pinta y Cosecha.

2.5.1.- Desarrollo de las yemas

La necesidad de frío es un mecanismo de seguridad de las especies de zonas templadas para inducir la apertura de las yemas cuando las condiciones ambientales sean las favorables y el árbol allá rompido su estado de reposo. El desarrollo de las yemas es distinto para cada especie y/o cultivar. En general, se consideran 4 estadios del desarrollo de las yemas: 1= Letargo, 2=Comienzo de hinchazón de las yemas foliares, 3= fin del hinchado de las yemas foliares y 4= Ápices foliares verdes visibles (Curzel, 2018). En la imagen 1 observa el comienzo de la hinchazón de las yemas mixtas.



Imagen 1. Comienzo de la hinchazón de las yemas mixtas en el duraznero.

2.5.2.- Desarrollo de la hoja

Después de romper el reposo e iniciar la floración, el duraznero emite los brotes vegetativos, posteriormente el desarrollo de las hojas, las cuales se separan para iniciar su crecimiento (Gutiérrez–Acosta *et al.*, 2007). En la imagen 2 se aprecia el inicio de la brotación en el duraznero y en la imagen 3 el desarrollo de estos brotes.



Imagen 2. Inicio de la brotación vegetativa en el duraznero.



Imagen 3. Desarrollo de brotes en el duraznero.

2.5.4.- Aparición del órgano floral

El proceso de la formación de la flor es progresivo. Cuando se forma un meristemo este no tiene ninguna otra función específica además de dividirse, pero en un cierto momento este meristemo puede especializarse, para producir tejido reproductivo (flores), (Montenegro y Diaz, 2002). Por otra parte, Mounzer *et al.*, (2008), mencionan que el órgano floral pasa por una serie de cambios para llegar a formar el botón, estos cambios o estadios son: 1. Yemas de la inflorescencia hinchadas; 2. Apertura de la yema; 3. Inflorescencias encerradas por escamas; 4. Yemas florales simples aun cerradas; 5. Pétalos florales alargándose; 6. Sépalos cerrados; 7. Sépalos abiertos y 8. Estadio de botón, (Mounzer *et al.*, 2008). En imagen 4, se observa el estadio botón en el cultivo de durazno.



Imagen 4. Botones florales antes de la apertura en el duraznero.

2.5.5.- Floración

La producción de fruta en los árboles frutales caducifolios está sujeta, entre otros factores, a que la planta tenga una adecuada cantidad y calidad de flores, y ello implica que el árbol deba formar estructuras morfológicas reproductivas en cierto momento y en ciertas partes del árbol (Díaz, 2002). En la imagen 5 se observa la plena floración del cultivo de durazno

Montenegro (2002), menciona 8 estadios correspondientes a la apertura floral, los cuales son:

- Estadio I: Primeras flores abiertas
- Estadio II: Inicio de floración alrededor del 10% de flores abiertas.
- Estadio III: Alrededor de 20% de flores abiertas.
- Estadio IV: Alrededor de 30% de flores abiertas.
- Estadio V: Alrededor de 40% de flores abiertas
- Estadio VI: Plena floración más del 50% de las flores está abiertas.

- Estadio VII: Flores marchitándose: La mayoría de los pétalos están desprendidos.
- Estadio VIII: Fin de la floración: Todos los pétalos caídos.



Imagen 5. Plena floración del duraznero.

2.5.6.- Formación del fruto

Después de que se ha cuajado el fruto se presenta el desarrollo de sus diferentes partes incluyendo semillas, ovario y tejidos accesorios. Este es un proceso importante porque influye directamente en la productividad del árbol y define varios aspectos de la calidad comercial del fruto. El desarrollo del fruto y sus partes están en competencia continua con otros órganos del árbol que se desarrollan simultáneamente como lo son los brotes vegetativos, raíz, hojas y troncos, así que es importante tener un balance adecuado entre ellos para lograr un desarrollo armónico que beneficie a cada órgano (Santiago-Mejía *et al.*, 2015).

2.5.7.-Maduración del fruto

El proceso de maduración implica diferentes fases que deben cumplirse en toda su magnitud para poder ofertar un producto de calidad comercial y comestible al consumidor, estas etapas se comprenden desde que el fruto inmaduro se convierte en uno maduro y se refleja en cambios cualitativos y cuantitativos de color, sabor aroma, etc. (Africano *et al.*, 2015).

En el área frutícola se pueden identificar dos tipos de maduración: La maduración fisiológica, la cual hace referencia a que el fruto está completamente desarrollado, pero no necesariamente está listo para ser consumido. Y la maduración de consumo, esta es cuando el fruto alcanza todas esas características físicas y químicas para ser consumido en fresco. Por otra parte, existen 5 etapas dentro de la maduración del fruto las cuales son: 1. Los frutos comienzan a madurar; 2. Comienzo de la coloración del fruto; 3. Aumento de la coloración; 4. Madurez de recolección; Los frutos tienen sabor varietal típico y firmeza óptima; 5. Madurez de consumo: Los frutos tienen el sabor varietal necesario para su consumo, (Martínez-González *et al.*, 2017).

2.5.7. Senescencia y comienzo del reposo vegetativo.

El desarrollo completo de un órgano o tejido comprende su crecimiento, seguido de su maduración, senescencia y muerte, estas etapas son inevitables, aunque variables según del órgano que se trate, donde los pétalos de flores tienen una vida muy corta, pero el del tronco del árbol es muy prolongado. Cuando los órganos pasan de etapa de crecimiento a la de maduración ocurren diversos cambios fisiológicos y morfológicos que se presentan en diferentes velocidades según la longevidad de cada uno (Almanza-Merchán *et al.*, 2016). En los frutales de clima templado se presentan 5 etapas o procesos para poder llegar a la senescencia de las hojas, las cuales son:

- ❖ Etapa 1: Los brotes han completado su desarrollo; follaje aun verde.
- ❖ Etapa 2: Las hojas comienzan a decolorarse.
- ❖ Etapa 3: Las hojas comienzan a caerse.
- ❖ Etapa 4: 50% de las hojas decoloradas y caídas.
- ❖ Etapa 5: 100% de las hojas están caídas; comienzo del reposo invernal.

2. 6.- Principales porta injertos utilizados en la producción de duraznos

El duraznero es una especie que reacciona considerablemente a la deficiencia de oxígeno en el suelo, lo que hace que el empleo de un portainjerto adecuado sea esencial para obtener una producción exitosa. La selección del portainjerto adecuado es el resultado de diferentes factores como lo son: compatibilidad entre el portainjerto y la variedad, resistencia a nematodos y enfermedades, tener alta adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo, contar con un buen desarrollo de raíces y tener características de control de vigor o tamaño. Por lo tanto, la elección de los portainjertos significa éxito o fracaso en la planificación de un huerto (James H, 1989).

Los principales portainjertos utilizados en huertas comerciales son: Lovell, Nemaguard y Nemared.

2.6.1- Portainjerto Lovell

El portainjerto Lovell es compatible con todas las variedades de durazno y nectarina. Este portainjerto se utilizó por primera vez en California, EE. UU, debido a que su semilla estaba fácilmente disponible en las fábricas de conservas o patios secos. Este portainjerto, en un buen suelo (sin presencia de nematodos), los árboles son vigorosos y productivos. Sin embargo, es susceptible a las especies de nematodos agalladores (*Meloidogyne incógnita* y *M. Javanica*) y al nematodo lesionador de raíces (*Pratylenchus vulnus*) (Chandler, 1974).

2.6.2.- Portainjerto Nemaguard

Debido a su resistencia a los nematodos de los nudos de la raíz Nemaguard es el portainjerto más común y ampliamente plantado para durazno y nectarina. Produce arboles vigorosos con buen anclaje. Los árboles jóvenes en Nemaguard tienden a producir algunos retoños y exhibir deficiencias de zinc (González Pérez, 1990).

2.6.3.- Portainjerto Nemared

También conocido como Nemaguard de hoja roja, Nemared fue introducido como patrón para durazno en 1979 por el Servicio de Investigación Agrícola del USDA, Fresno, California. Los árboles de Nemared tienen hojas rojas, lo que facilita su identificación en el vivero y en el huerto. Nemared a menudo germina antes que Nemaguard son similares en resistencia a nematodos del nudo de la raíz (WESTWOOD, 1978).

2.6.3. Franco de semilla como patrón de duraznero

Los portainjertos francos de durazno se obtienen de semillas de esta especie. Estos portainjertos poseen un aparato radicular robusto y bien desarrollado, confiriendo a los árboles injertados sobre ellos un crecimiento rápido y un vigor sostenido durante su vida (Ayala Delgado, 1976). Este tipo de patrones es susceptible a suelos húmedos, en los cuales desarrolla clorosis. Además, en condiciones de constantes de humedad es receptivo a diversas enfermedades. No se recomienda en suelos pesados y mal aireados, ya que es muy sensible a la falta de oxígeno en el suelo. Por otra parte, no tolerando de ninguna manera las condiciones que puedan producir asfixia radicular invernal (Carrera D, 1987).

3.6.- Cultivares

Los principales problemas que limitan la producción en México y que reducen la competitividad de los productores provienen de una mala elección de variedades. Desafortunadamente la mayoría de las variedades de durazno cultivadas actualmente en México, como: O 'Henry (norte del país), Lucero (Aguascalientes) y Diamante (Estado de México), fueron originalmente diseñadas para otras condiciones de clima y demandas de los consumidores en el extranjero. Por ejemplo: el cultivo de variedades con maduración tardía en regiones lluviosas reduce drásticamente la calidad de la fruta e incrementa las pérdidas ocasionadas por la pudrición morena (*Monilinia Fructicola*). Por lo que, la obtención de variedades que maduren antes de las lluvias representa una gran oportunidad para reducir los costos de producción, mejorar la calidad y con ello la capacidad competitiva de los productores en un contexto internacional (SIAP, 2019).

3.6.1.- Variedad Regio

Esta variedad se caracteriza por ser un árbol vigoroso de porte semiabierto y densidad media de yemas, con floración temprana en noviembre y enero, con maduración muy temprana entre abril y mayo dependiendo de la altitud donde se cultive, cuenta con una tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Por otra parte, su fruto es crecimiento intermedio (120-130 días de floración a cosecha), con un peso de entre 100 a 200 g, con color amarillo-naranja y forma redonda en la parte externa, con pulpa color amarilla-naranja, firme y de buen sabor, hueso pegado o adherido a la pulpa, su cosecha es en regiones ecológica de las zonas subtropicales con altitudes entre 1500 y 1900 msnm, con una acumulación anual de frío entre 200 y 250 horas (INIFAP, 2023).

3.6.2.- Variedad Sol

Este cultivar es de porte semiabierto y densidad media de yemas con floración temprana noviembre y enero, su maduración muy temprana entre abril y mayo, dependiendo de la altitud donde se cultive, tiene tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Fruta con ciclo de crecimiento intermedio de 120-140 días de floración a cosecha y peso de 100 a 180 g, dependiendo del número de frutos por árbol. Con color amarillo naranja y forma redonda, su pulpa es amarilla-naranja, firme y de buen sabor, con hueso pegado o adherido a la pulpa, Se cultiva en regiones ecológicas de las zonas subtropicales con altitudes entre 1000 y 1800 msnm, con una acumulación anual de frío entre 200 y 250 horas (INIFAP, 2023).

3.6.3.- Variedad Madrugada

Árbol vigoroso de porte semiabierto y densidad media de yemas con floración temprana noviembre y enero con maduración muy temprana entre abril y mayo, dependiendo de la altitud donde se cultive, su peculiar tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Fruta con ciclo de crecimiento intermedio de 120-140 días de floración a cosecha y peso de 100 a 250 g, dependiendo el número de frutos por árbol, su color es amarillo- naranja y forma redonda y pulpa amarilla naranja, firme y de buen sabor, con hueso pegado o adherido a la pulpa. Cosechada en regiones ecológicas de las zonas subtropicales con altitudes entre 1000 y 1800 msnm, con una acumulación anual de frío de 200 horas (González Pérez, 1990).

3.6.4.- Variedad HI 19-4

Alcazar Rodríguez (20019), menciona que esta variedad es un árbol vigoroso de porte semiabierto y densidad media de yemas, con floración temprana (noviembre y enero), con maduración en el mes de mayo, dependiendo de la altitud donde se cultive. Con tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Con un ciclo de crecimiento intermedio, de 120-140 días de floración a cosecha, y peso de variable de 100 a 250 g, dependiendo del número de frutos por árbol. Con color de fruto amarillo-naranja, forma redonda y pulpa amarilla naranja, firme y de buen sabor con

su hueso pegado o adherido a la pulpa. Puede ser explotado desde zonas subtropicales con altitudes entre 1000 y 1800 msnm, con una acumulación anual de frío entre 200 - 250 horas.

3.6.5.- Variedad Michele

Este cultivar se caracteriza por ser un árbol vigoroso de porte semirecto y alta densidad de yemas, con floración a mediados de febrero y maduración temprana (en junio). Tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Fruta con ciclo de crecimiento intermedio de 90-110 días después de floración, justo antes del inicio de las lluvias, lo cual reduce los daños por pudrición de fruta, con peso entre 100-180 g, con color externo chapeado de rojo (60-80%), forma redonda y poca vellosidad, pulpa amarilla y de buen sabor con hueso semilibre (semiprisco). Puede ser cosechada desde zonas serranas con altitudes superiores a los 2300 msnm, con una acumulación anual de frío entre 400 y 450 horas (González, 1990).

3.5.6.- Variedad aurora

Es una planta con vigor medio, porte abierto y alta densidad de yemas, con floración temprana, a inicios de febrero, y maduración a fines de mayo. Tiene tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Su fruto es de crecimiento intermedio, de 100-110 días después de floración, justo antes del inicio de las lluvias, lo cual reduce los daños por pudrición de fruta, con peso de 100-180 g, con color externo amarillo-naranja, forma redonda, poca vellosidad, pulpa amarilla, firme y de buen sabor. Con hueso pegado o adherido a la pulpa, Aurora puede ser cultivada desde zonas serranas con altitudes superiores a los 2300 msnm, con una acumulación anual de frío entre 300 y 400 horas (Sánchez *et al.*, 2019).

3.5.7.- Variedad Fred

La variedad Fred se caracteriza por ser árboles con vigor medio, porte semierecto y baja densidad de yemas, con floración tardía a fines de febrero, que permite reducir drásticamente los daños por heladas durante la floración, con maduración temprana a fines de mayo y mediados de junio. Esta variedad presenta tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Su fruto es de ciclo de crecimiento intermedio de 90 -100 días de floración a cosecha, con peso de 100-180 g, dependiendo el número de frutos por árbol, color externo chapeado de rojo (hasta 90 %), forma redonda, con poca vellosoidad, pulpa amarilla, firme y de buen sabor. Su hueso pegado o adherido a la pulpa, Es cultivada en zonas serranas con altitudes superiores a los 2200 msnm, con una acumulación anual de frio entre 450 y 500 horas (Vázquez-Cuecuecha, 2007).

3.5.8.- Variedad Atlax (Tlaxcala)

Esta variedad se caracteriza por ser árboles de vigor medio, porte semiabierto y alta densidad de yemas, con floración media tardía a mediados de febrero y su maduración temprana a mediados de junio. Presenta tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Es una variedad muy productiva, su fruto tiene un ciclo de crecimiento intermedio de 100 a 110 días después de la floración, los duraznos llegan a pesar entre 100 y 160 g, dependiendo el número de frutos por árbol, son color chapeado- rojo (40 a 60 %), forma redonda, con poca vellosoidad, pulpa amarilla, firme y de buen sabor. Su hueso pegado o adherido a la pulpa. Esta variedad es cultivada en regiones ecológicas de las zonas serranas con altitudes superiores a los 2200 msnm, con una acumulación anual de frio entre 350 - 450 horas (Hernández-Romero *et al.*, 2019).

3.5.9.- Variedad Cel 10-17

Árbol con vigor medio, porte erecto y baja densidad de yemas, con floración intermedia a fines de enero y maduración temprana (primera quincena de junio). Fruto de ciclo de crecimiento intermedio de 120 – 130 días de floración a cosecha, con peso entre 100 a 140 g, dependiendo el número de frutos por árbol, con color amarillo en la parte externa, de forma redonda y con poca velloidad, con pulpa amarilla, firme y de buen sabor, con hueso pegado o adherido a la pulpa. Esta variedad se cultiva en regiones ecológicas de las zonas subtropicales con altitudes entre los 1600 – 1900 msnm, con una acumulación anual de frio entre 150 y 200 horas (INIFAP, 2012).

3.5.10.- Variedad CEL 79-10

Árbol con vigor medio, porte semiabierto y densidad media de yemas, con floración intermedia, (mediados de enero) y su maduración temprana (segunda quincena de junio). Tiene tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Su fruto es de ciclo de crecimiento intermedio, de 130 a 140 días de floración a cosecha y con peso entre 100 y 140 g, dependiendo el número de frutos por árbol, con color externo amarillo, forma redonda y poca velloidad, su pulpa es amarilla, firme, de buen sabor. Presenta hueso pegado o adherido a la pulpa. CEL 79-10 se cultiva en regiones ecológicas de las zonas subtropical con altitudes entre 1600 – 1900 msnm, con una acumulación anual de frio entre 150 - 200 horas (INIFAP, 2021).

3.5.11 Variedad Regina

Árbol con vigor medio, porte semiabierto y alta densidad de yemas con floración temprana (febrero) y maduración temprana (entre junio y julio), dependiendo de la altitud donde se cultive, tiene tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Con Fruta de ciclo de crecimiento intermedio, de 120 – 140 días de floración a cosecha

y con peso entre 100 a 250 g, dependiendo el número de frutos por árbol. El color característico del fruto es chapeado rojo (hasta el 40 %), y de forma redonda con pulpa amarilla, firme y de buen sabor. Hueso pegado o adherido a la pulpa. Esta variedad es cultivada en regiones ecológicas de las zonas subtropical en altitudes entre 1000 – 1800 msnm, con una acumulación anual de frío entre 200 – 250 horas (James H, 1989).

3.5.12.- Variedad Irina

El origen de esta variedad es de la cruce de Babygoid 8 x NG 91-4-32. Es un árbol de vigor medio, porte semiabierto y alta densidad de yemas, con floración a mediados de febrero y maduración intermedia (principios de julio). Presenta tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Su fruto es de ciclo de crecimiento intermedio, entre 130 a 140 días de floración a cosecha y un tamaño grande con peso de 120-180 g, con color externo chapeado de rojo (20-60 %), forma redonda y poca vellosoidad, su pulpa es amarilla, firme y de buen sabor, con hueso pegado o adherido a la pulpa, Irina se cosecha en región ecológica de las zonas serranas con altitudes superiores a 2300 msnm, con una acumulación anual de frío entre 350 – 400 horas (Rodrigo Infante, 2022).

3.6.13. -Variedad Escarcha

Esta variedad es el resultado de la cruce de Criollo de Tétela (Siempre verde), X Yum yeong. Es un árbol con vigor medio, porte abierto y alta densidad de yemas, su floración a mediados de febrero y maduración intermedia (principios de julio), por lo que presenta menores riesgos por pudrición Café, causada por (*Monilinia frutícola*). Es tolerante a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Su fruto es de ciclo de crecimiento intermedio, de 130 a 140 días de floración a cosecha. Con tamaño grande, con peso entre 120 a 150 g, con color externo chapeado rojo (40-60 %), forma redonda y poca vellosoidad. Presenta pulpa blanca, jugosa, dulce (12°-16° Brix), con hueso semilibre (Semiprisco) y hueso pegado o adherido a la pulpa.

Escarcha se cosecha en región ecológica de las zonas serranas con altitudes superiores a 1900 msnm, con una acumulación anual de frío entre 300 – 400 horas (Vazquez Cuecuecha, 2023).

3.5.14.- Variedad Plagold

Esta variedad es originaria de España, obtenida por cruce de Planasa con Cartaya, se caracteriza por ser una variedad temprana de pulpa amarilla. Su fruto es redondeado y plano, tiene una cresta superficial con el ápice hundido y un pedúnculo hueco grande y poco profundo. La piel es de color amarillo claro, cubierta de rojo en el 95 % de la superficie. La pulpa, clingstone, es muy firme y fibrosa. El fruto puede pesar hasta unos 130 g, tiene buen sabor y el contenido de azúcar es en promedio de 10° Brix. Variedad muy interesante por su aspecto y por el tamaño del fruto (Davila, 2016).

3.5.15.- Variedad Brisa

Esta variedad es el cruce de H II 2-2 x Vinegold, es un árbol de vigor medio, porte abierto y densidad media de yemas con floración a fines de febrero y maduración intermedia en julio. Tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Su fruto es de ciclo de crecimiento intermedio de 130 – 140 días de floración a mediados de julio, tiene un tamaño grande con peso de 120 a 180 g. Presenta color externo chapeado rojo (40-80 %), es de forma redonda y presenta poca velloidad, con pulpa amarilla, firme y de buen sabor al igual se caracteriza por su hueso pegado o adherido a la pulpa. Se cosecha en región ecológica de las zonas serranas con altitudes superiores a 2300 msnm, con una acumulación anual de frío entre 300 – 400 horas. (Calderón-Zavala y Rodríguez-Alcazar, 2019).

3.5.16.- Variedad HII 6-16

Es un árbol vigoroso con porte semiabierto y alta densidad de yemas, con floración a mediados de febrero, presenta una maduración intermedia a fines de julio. Tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Su fruto es de crecimiento rápido, entre 90 a 100 días de floración a cosecha con peso de 130-200 g. El fruto se caracteriza por ser de color amarillo en la parte externa, de forma redonda y con pulpa color amarillo-naranja, firme y de buen sabor, con hueso pegado o adherido a la pulpa. Esta variedad es cosechada en región ecológica de las zonas serranas con altitudes superiores a 2200 msnm, con una acumulación anual de frío entre 350 – 400 horas (Mihaylova Dasha *et al.*, 2022).

3.5.17.- Variedad Luna

Esta variedad es el resultado de la Cruza de Nieves por LuceroxSpringcrest. Es un árbol con vigor medio, porte semierecto y densidad medias de yemas, con floración a mediados de febrero y maduración a mediados de julio. Tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Su fruto es de ciclo de crecimiento rápido, de 120 a 140 días de floración a cosecha, con peso entre 100 a 180 g. Dependiendo del número de frutos por árbol, con color chapeado blanco y forma redonda. Su pulpa es blanca, firme y de buen sabor y hueso pegado o adherido a la pulpa. Esta variedad es cosechada en región ecológica de las zonas serranas con altitudes superiores a 1900 msnm, con una acumulación anual de frío entre 350 – 400 horas (R. Soria y C. Pisano, 2014).

3.5.18 Variedad con maduración tardía “Atardecer”

Esta variedad es el resultado Cruza de Babygold x Mango, es un árbol vigoroso medio con porte semirecto y densidad media de yemas. Con floración intermedia a fines de febrero, con maduración tardía (mediados de septiembre), presenta tolerancia a cenicilla (*Podosphaera pannosa*). Su Fruto es de ciclo de crecimiento rápido, entre 150 a 180 días de floración a cosecha, con un peso de 100 a 130 g,

dependiendo el número de frutos por árbol, son de color chapeado y forma redonda, presenta pulpa amarilla, firme y de buen sabor, hueso pegado o adherido a la pulpa, cosechada en región ecológica de las zonas serranas con altitudes superiores a 2200 msnm, con una acumulación anual de frío entre 350 – 400 horas (Calderón-Zavala, 2021).

3.7.- Requerimiento de horas frío

Los frutales caducifolios necesitan de una acumulación de frío para salir del estado de reposo, y esta estrategia de acumular horas frío en realidad es un mecanismo de defensa para evitar la brotación cuando las condiciones ambientales sean desfavorables durante el periodo invernal, con lo cual los brotes jóvenes quedarían indefensos a las posteriores heladas de la estación del año. Las “horas frío” (HF) se refiere a la cantidad de tiempo (horas) en que la planta ha estado por debajo de una temperatura de 7 °C. Las unidades frío (UF) representan una hora de exposición a temperaturas adecuadas para que la planta salga del estado de dormancia. Las cantidades de frío requeridas varían por especie y variedad (Cat, 2022). Existen diferentes métodos para calcular las horas frío, sin embargo, en México el método más utilizado es el Damota, cuya ecuación es la siguiente:

$$HF=485.1 -28.52x$$

Dónde: HF = horas-frío acumuladas en una región; x = temperaturas promedio de los meses de junio a agosto (García,2020)

3.5.1 Compensadores de horas frío

Su propósito es compensar el frío que falta en las yemas para poder brotar con mayor vigor y uniformidad. Además de concentrar el periodo de floración, aumentan el área foliar y fotosíntesis; asimismo adelantan la floración, la formación de órganos de fructificación y la cosecha. Promotores de la brotación más usados:

- Cianamida de hidrógeno 49 %
- Thidiazurón o TDZ 500 g/L
- Producto elaborado a base de nitrógeno orgánico (1%), nitrógeno inorgánico (nítrico 5% y amoniacal 5%) y 50% de carbono orgánico de origen biológico y diterpenos (INTAGRI, 2020).
- Faskolor: Formulación líquida a base de potasio, ácidos orgánicos y complejos peptídicos seleccionados, cuyo especial equilibrio proporciona un notable incremento en la precocidad de los procesos generativos.
- Dormex® es un agente que “rompe la latencia”. Se aplica a los frutales antes de la brotación anticipada en regiones con inviernos suaves la producción en regiones que de otro modo no tendrían éxito debido a la falta de horas de refrigeración (Fernandez, 2023).

3.8.- Nutrición mineral en el cultivo de durazno

Para un crecimiento normal y una productividad óptima, las frutas libres requieren 13 nutrientes esenciales en cantidades variables. Los que se necesitan en cantidades relativamente grandes se denominan Macronutrientes: Nitrógeno (N), fósforo (F), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S). Los que se necesitan en concentraciones más pequeñas se denominan Micronutrientes: cloro (Cl), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), cobre (Cu), y molibdeno (Mo) (Lorén-Zaragozano, 2013).

3.8.1.- Nitrógeno

El nitrógeno es absorbido principalmente en forma de nitrato por las raíces. Parte de la absorción se produce en forma de amonio, pero probablemente sea pequeña en los árboles frutales. La mayor parte del Nitrógeno en una planta en crecimiento se encuentra en proteínas y ácidos nucleicos. Se estima que el 10% existe como ácidos nucleicos y entre el 80-85% como proteínas. Las proteínas funcionan principalmente como enzimas para procesos vegetales como la absorción de

nutrientes, la fotosíntesis el movimiento de carbohidratos y la división celular. Los ácidos nucleicos en moléculas de ARN y ADN, constituyen el material genético de las plantas. El nitrógeno es vital para el crecimiento, desarrollo y reproducción de las plantas, (Zed *et al.*, 2022).

La deficiencia de nitrógeno se puede detectar visualmente. Los árboles tendrán poco o ningún crecimiento de nuevos brotes. Las hojas deficientes son de color verde pálido a amarillo. Los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas porque el N se mueve del tejido más viejo a las hojas más jóvenes que crecen activamente. Las hojas de los árboles deficientes tienden a caer antes en el otoño. El cuajado puede ser ligero y los frutos maduros pueden ser más pequeños y madurar un poco antes de lo habitual (Cárdenas-Navarro *et al.*, 2004).

3.8.2.- Fósforo

Las hojas del duraznero con la deficiencia de fosforo son de color verde oscuro, eventualmente se vuelen bronceadas y desarrollan una textura coriacea. Aparecen coloraciones purpuras o rojas en las hojas, peciols y brotes jóvenes. El tamaño de la hoja puede reducirse y puede ocurrir una defoliación prematura comenzando con las hojas basales. El rendimiento y el tamaño de la fruta se reducen. Los frutos tienen un color más intenso y maduran antes, pero presentan defectos en la superficie y mala calidad alimentaria (Gratacós, 2008).

3.8.3.- Potasio

Una de las funciones de potasio es activar enzimas la mayoría de los iones de potasio se encuentran en moléculas complejas, pero las células los utilizan en la forma iónica como un soluto para ayudar a mantener la turgencia. Esto incluye tanto a las células jóvenes en crecimiento activo como a las células loquard, que controla las relaciones de posición de apertura y cierre. El potasio se acumula sustancialmente en los tejidos de la fruta y parece tener un papel ahí en el crecimiento, ya que se ha demostrado que los árboles con deficiencia de potasio reducen considerablemente el tamaño del durazno (Rogers, 1950).

Los síntomas que presenta la planta de durazno con la deficiencia de potasio son en principio de verano en las hojas de la mitad del borde, que exhiben pálido, similar a la de la deficiencia del Nitrógeno. Las hojas muestran un rizado o enrollado característico, especialmente en los márgenes de la hoja, se vuelven cloróticos y luego necróticos, lo que lleva a una quemadura marginal. Esta necrosis eventualmente se extiende hasta dentro lo que da lugar a grietas y desgarros (Zegbe-Domínguez y Rumayor-Rodríguez, 1996).

3.8.4.- Calcio

La deficiencia de calcio en duraznos no tiene mucho registro de documentación la sintomatología que presenta en la planta incluye un crecimiento reducido en los brotes, debido a entrenudos más cortos, seguidos de la muerte regresiva de las ramillas y defoliación. Los parches cloróticos a menudo se desarrollan en las hojas antes de que ocurra la abscisión (Bataller-Gómez, 2014).

3.8.5.- Magnesio

La deficiencia de magnesio generalmente es causada por un alto contenido de potasio en el suelo, y no por niveles naturalmente de magnesio, el patrón característico en la hoja es una clorosis marginal dejando una “V” verde invertida alrededor de la nervadura central. Estos síntomas aparecen primero en las hojas basales y se desarrollan secuencialmente en el brote. A medida que avanza la temporada, el área clorótica aumenta y se convierte en necrosis (Martin-Gatton, 2023).

3.8.7.- Azufre

La deficiencia de azufre en la fruta de hueso es poco frecuente en la mayoría de los suelos, Si la deficiencia se presenta se espera observar síntomas similares a la deficiencia de nitrógeno, estos ocurren primero en las hojas jóvenes ya que el azufre no se moviliza fácilmente de las hojas más viejas (Corrales-Maldonado y Vargas-Arispuro, 2014).

3.8.7.- Fierro

El hierro forma complejos con proteínas para formar enzimas importantes en la planta sin embargo esto solo representa un porcentaje del hierro total, la mayor parte de este nutriente forma parte de los cloroplastos, donde tiene un papel en la síntesis de clorofila. En esta función no es muy móvil dentro de la planta y explica porque los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes. Los síntomas de la deficiencia de hierro es la pérdida de clorofila que conduce a hojas cloróticas. Sin embargo, en etapas tempranas, solo se ve afectada la área intervenales de las hojas. Por lo tanto, las venas permanecen de color oscuro las hojas jóvenes son las primeras en presentar los síntomas (Andaluz, 2005).

3.8.8.- Manganeso

Pardo (2011), Menciona lo siguiente: En la planta participa en varios procesos importantes, incluida la fotosíntesis y el metabolismo del nitrógeno y los carbohidratos. En general se considera que es algo inmóvil en la planta, pero se suministra preferentemente a los tejidos jóvenes en crecimiento. El síntoma de deficiencia en hojas de durazno incluye una clorosis intervenal que se extiende desde la nervadura central hasta el margen. Bandas relativamente anchas alrededor de venas principales permanecen verdes dando un patrón de espiga. A diferencia de muchas plantas los frutales con hueso muestran síntomas primero en las hojas basales más viejas. Aunque todo el árbol por lo general se ve pálido, las hojas terminales a menudo se ven más verdes a menos que la deficiencia se vuelva más severa el crecimiento de los brotes el tamaño de las hojas y el rendimiento no se ven seriamente afectados.

3.8.9.- Zinc

Aunque el zinc es necesario en pequeñas cantidades en el árbol. Se ha identificado como componente de casi 60 enzimas, por lo tanto, tiene un papel en muchas funciones de la planta. De particular interés en su papel como enzimas en la producción de la hormona del crecimiento IAA. También se acumula y juega un papel importante en el desarrollo de la semilla, lo que puede explicar la sensibilidad de crecimiento de la fruta a la deficiencia del Zinc. La deficiencia de este microelemento es conocida como la “hojita” a las pequeñas hojas puntiagudas que aparecen en el árbol. Estas hojas se presentan en rosetas en las puntas (Molina, 2002).

3.8.10.- Boro

García (1964), recalca que el boro participa en varios procesos dentro de la planta, incluida la síntesis de proteínas, el transporte de azúcares y el metabolismo de las hormonas vegetales. Debido a que estas funciones son vitales para los tejidos meristemáticos. El boro se mueve casi exclusivamente con la corriente de transpiración en el xilema. Según se informa los durazneros no son muy sensibles a la deficiencia de boro. Pero las deficiencias inician en las puntas de los brotes, lo que lleva a la muerte regresiva terminal. Las hojas que siguen son pequeñas, gruesas, deformes y quebradizas. La defoliación a menudo ocurre, comenzando con las hojas terminales y moviéndose hacia abajo por el brote.

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Localización del experimento

El experimento fue realizado en la localidad de Los Caracoles municipio de Valparaíso, Zacateas y se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud $-103^{\circ}46'16''$, Latitud $22^{\circ}98'88''$, la localidad se encuentra a una mediana altura de 2090 metros sobre el nivel del mar (Imagen 6).



Imagen 6. Localización del trabajo de investigación

3.2.- Instalación del experimento

Se seleccionó árboles de durazno de 8 años, el marco de plantación de esta huerta es marco real de 4 m x 3 m. El área del trabajo de investigación consistió de 10,000 m².

3.3.- Tratamientos evaluados

Se evaluaron tres niveles de fertilización (tratamientos) que constaron de 1: fertilización tradicional aplicada a lo largo de los años por el productor, 2: fertilización óptima para el cultivo de durazno obtenida de la literatura y en función de metas de

rendimiento, el cual para este experimento se fijó 25 t ha^{-1} y 3: fertilización más el 15 % de la óptima obtenido anteriormente.

3.4.- Diseño Experimental

El experimento se llevó a cabo bajo un diseño de bloques completos al azar y tres repeticiones por tratamiento, de cada repetición se tomaron en cuenta dos surcos y en estos se seleccionaron cinco árboles las cuales se evaluaron por cada repetición de cada tratamiento. El total de árboles del área experimento fueron 800 plantas.

3.5.- Labores culturales

3.5.1.- Poda

Esta actividad se realizó de forma manual, con la utilización de herramientas como tijeras y guantes específicamente, se desempeñó según la variedad, esto normalmente se realiza en invierno después de la caída de las hojas e inicia el reposo del árbol, actividad que consistió en la eliminación de ramillas improductivas o secas así como también de brazos excedentes, con el fin de potencializar la producción en las ramas más vigorosa, sanas y de mejor orientación (Imagen 7) (DeJong, 2022).



Imagen 7. Poda de fructificación invernal en el duraznero.

3.5.2.- Aplicación foliar

Normalmente las aplicaciones se realizan según el estadio fenológico del árbol, pero la primera aplicación se realizó posterior a la poda con algún fungicida y/o a base de cobre para reducir la incidencia de patógenos pues, con esta actividad el árbol es susceptible por las heridas, la segunda aspersion fue de calcio-boro en el estadio de floración y una mezcla de productos para el control de Trips Californiano (*Frankliniella occidentalis*) (INIA, 2018).

3.5.3.- Riego

Abarca y Felmer (2017), Mencionan lo siguiente: el ciclo fenológico se comprende desde la brotación hasta la maduración de los frutos, durante este periodo de tiempo se originan ciertos traslajos fisiológicos que tiene como resultado una competencia en el durazno. Por lo tanto, las necesidades hídricas varían a lo largo del ciclo, por diversos factores dados como la humedad, temperaturas, si hubo presencia de lluvias invernales, etc. Las etapas críticas son la fructificación, crecimiento vegetativo como la más importante llenado de fruto. Las necesidades de agua de riego para el duraznero varían entre los 6.500 a 10.000 m³ ha⁻¹ dependiendo de los factores ambientales ya antes mencionados, por otra parte, el déficit hídrico en esta especie puede provocar diferentes problemas tales como:

- Detención en el crecimiento de brotes.
- Reducción del tamaño del troco y raíces.
- Menor amarre de frutos.
- Disminución en el rendimiento y productividad.
- Disminución en la inducción y diferenciación floral.

3.5.4.- Raleo

El duraznero generalmente tiene un elevado amarre de fruto por el cual, es necesario aplicar un raleo anualmente para obtener un buen tamaño y calidad del fruto, el número de frutos por árbol dependerá de la variedad, época de raleo, porte que alcanza el fruto al momento de ser cosechado y la edad del árbol (Avelar, 2004). Si no se realiza raleo disminuirá o anulará la capacidad del árbol para formar material vegetativo para la próxima poda (ramillas), y por otro lado un sobre raleo disminuirá la productividad (volumen por unidad de superficie) del huerto (Parra-Quezada, 2014).

El raleo se realizó de forma manual (Imagen 8) y el momento adecuado dependerá de la variedad y la zona en que se encuentre el huerto ya que, una de las limitantes de realizar raleo son las heladas tardías en la región de Valparaíso, Zacatecas, por lo que, se efectuó luego de que disminuya este riesgo con el objetivo obtener una proporción adecuada de hojas y frutos. Con lo anterior se logró disminuir la competencia por nutrientes, lo que permite un mayor crecimiento de los frutos y mayor acumulación de azúcares.



Imagen 8. Raleo de frutos de durazno.

3.5.5 Fertilización

Los elementos deben estar en condición asimilable para que puedan ser absorbidos por la planta. Una gran parte de los nutrientes del suelo no pueden ser asimilados porque están contenidos en compuestos insolubles, que al cabo de un tiempo se transforman en compuestos solubles, y bajo la forma de iones son asimilados por las plantas (Lemus y Ruiz, 1993). La fertilización se inició en la floración con la adición de fertilizantes granulados y de acuerdo a las cantidades requeridos en esta fase y en función de los dosis por tratamiento, posteriormente en brotación vegetativa se aumentó la concentración de todos los macro y micronutrientes y se realizó una fertilización en postcosecha para que la planta tenga una buena cantidad de reservas nutricionales durante su reposo.

3.5.6.- Control de plagas

A lo largo del ciclo fenológico del durazno en la zona se presentó historial amplio tanto de plagas como de enfermedades que han venido apareciendo al cabo del tiempo, la importancia resurge en el monitoreo constante según la etapa fenológica ya que, cada microorganismo patológico y entomológico tiene su pico más alto en su ciclo de vida, donde hay que atacar con precisión y tener un buen control, las técnicas más utilizadas son trampas con feromonas, bandas, y aplicaciones químicas (Scatoni, 2010).

3.5.7.- Trips de California (*Frankliniella occidentalis*)

Este insecto aparece en los meses enero-febrero en la zona mencionada, cuando la floración del durazno alcanza el 30-40 % se implementó un monitoreo al azar en el huerto al encontrar presencia en al menos en una flor de 50 árboles muestreados se debe efectuar la aplicación. El daño representa una importancia económica alta dañando los frutos (Imagen 9) y conforme va desarrollando el fruto aumenta el tamaño del signo y pierde calidad comercial (De Rossi *et al.*, 2023).



Imagen 9. Daño de *Frankliniella occidentalis* en fruto de duraznero

3.5.8.- Escama de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*)

Este insecto afecta al succionar savia del tallo, ramillas y fruto, si no se le da un buen manejo para el control de este insecto en casos severos llega a secar brazos (Imagen 10), incluso arboles completos. Para efectuar un buen control químico de escama de San José es necesario tener en cuenta las aplicaciones invernales. Se realizó aplicaciones de aceite miscible al 1.5 a 2.0 %, más 80 cc de Diazinon o Diazol. Es importante repetir esta aplicación 50 días después de la primera aplicación (Asiain-Barrera, 2013).



Imagen 10. Incidencia de escama de San José en brote de duraznero

3.5.9.- Arañita roja europea (*Panonychus ulmi*)

La araña se alimenta principalmente de hojas las cuales destruyen el tejido superficial haciendo parecer una decoloración de la hojas (Imagen 11), si el daño alcanza una alta severidad podemos observar en pocos días una deshidratación de estas hasta una defoliación teniendo pérdidas significativas en el ciclo productivo. Para el control se aplicó productos químicos principalmente abamectina con aplicaciones preventivas en marzo y repitiendo las aplicaciones rotando ingrediente activo con esfenvalerato y disminuir el riesgo de resistencia de la plaga a las moléculas utilizadas (Ezequías y Chávez, 2023).



Imagen 11. Daño de *Panonychus ulmi* en hojas de duraznero

3.5.10.- Control de enfermedades

Las enfermedades que han afectado el huerto en la zona han venido apareciendo a lo largo del tiempo, contribuyen a una importancia económica ya que, en su mayoría atacan follaje directamente y representan pérdidas anuales significativas, la medida de control en general es el muestreo del huerto y su posterior envío de las muestras a laboratorios nacionales para determinar que enfermedad está impactando en la región (Stegmayer *et al.*, 2020).

3.5.11.- Roya

Esta enfermedad es ataca a especies del género *prunus* el agente causal es *Tranzschelia discolor*, este patógeno se desarrolla con humedades excesivas y temperaturas entre 18-25°C su control es primordial en la región ya que llega a causar defoliación (Cáceres *et al.*, 2016).

3.5.12.- Cloca (*Taphrina deformans*)

Esta enfermedad es peculiar en el ataque y la forma en que se presenta en los árboles, los órganos que ataca son hojas y brotes, pero también suele extenderse a flores y frutos. Su manifestación más temprana es la formación de áreas rojizas en las hojas. Las partes infectadas se vuelven gruesas y arrugadas, ondulando dorsalmente las hojas (Imagen 12), si no se tiene un buen control a tiempo las hojas derraman savia la cual es atrayente para pulgones y hormigas para su control se realizó aplicaciones de mancozeb y fungicidas cúpricos (Gamalier y Salgado, 2011).



Imagen 12. Daño de *Taphrina deformans* en hojas de duraznero.

3.5.13.- Cenicilla polvorienta

Esta enfermedad es causada por un hongo oídium, ataca principalmente hojas, brotes y frutos, depreciando su calidad y deteriorando la capacidad productiva del árbol, debido a la expresión del hongo que se manifiesta como una capa polvorienta sobre los tejidos (Imagen 13), en la región se manifiesta en los meses de junio hasta agosto ya que se desarrolla en humedades relativas de 40-80 % y temperaturas superiores a 20°C pero inferiores de 40°C (Sepúlveda, Donoso y Gamalier, 2009).



Imagen 13. Daño en hojas, brotes y fruto de cenicilla polvorienta en duraznero.

3.5.14.- Cosecha

Es la fase final del ciclo productivo y las condiciones en las que se realiza son predeterminantes de las características cualitativas, comerciales y de las posibilidades de conservación que tengan los frutos. La cosecha se realiza totalmente de forma manual en México y gran parte del mundo, esta actividad consiste en la recolección de todos los frutos aptos mediante la ayuda de escaleras y baldes para facilitar la recolección, posteriormente se colocan en cajas plásticas de 20 kg y posteriormente para después facilitar su traslado hacia la bodega de empaque (Imagen 14) (Bastidas-Parrado *et al.*, 2015).

Esta actividad se realizó aproximadamente de 4-5 pasadas. La cosecha se debe realizar muy cuidadosamente debido a que el durazno es muy sensible a la fricción, que produce un daño visibles como mancha de color negro-pardo, a la compresión y al golpe (machucones), por ello se capacitó el personal para un mejor manejo de la fruta y reducir la pérdida de producción durante la recolección.



Imagen 14. Cosecha de duraznero.

3.4.15.- Índice de cosecha

Los duraznos se cosechan cuando están todavía firmes, pero con suficiente color amarillo-rojizo según la variedad y considerando también los sólidos solubles suficientemente altos. Es congruente mencionar y resaltar que la madurez de cosecha es un parámetro preponderante en la calidad del fruto. Es así, como la calidad de consumo es aquella con características de atracción al consumidor (tamaño, color, firmeza, frescura y aroma) y de degustación (aroma, gusto, jugosidad, textura o dureza, ausencia de alteraciones).

3.6.- Variables evaluadas

Número de frutos por árbol: se realizó un conteo de forma visual y manual con la ayuda de una cinta de colores para marcar cada brazo con frutos contabilizados.

Peso de frutos: Una vez recolectado los frutos se registró el peso con la ayuda de una báscula digital de la marca PRETUL.

Diámetro ecuatorial: Se seleccionó al azar 10 frutos por árbol en cada recolección y con el apoyo de un vernier de la marca SCALA se obtuvo el dato.

Tasa absoluta de crecimiento: Se determinó utilizando la fórmula propuesta por Hunt (1990), previamente se midió la longitud de brotes, se tomó un brote al azar de los árboles seleccionados de cada repetición y tratamiento y se midieron 3 veces antes de la cosecha, utilizando una cinta métrica se registró la medida.

Longitud de brote final: La tercera medición de la toma de datos anteriormente señalado se usó para obtener esta variable.

Rendimiento: Se obtuvo mediante la suma aritmética de cada una los cortes realizado de cada repetición, la unidad de medida fue en kg por árbol y $t\ ha^{-1}$, este últimos se obtuvo multiplicando por el número de árboles ha^{-1} .

Número de ramas con yemas vegetativas y mixtas: después del reposo invernal, justo antes de la floración para el siguiente ciclo de producción se contabilizó en forma manual y visual el número de ramas vegetativas y mixtas en cada repetición y tratamiento.

3.7.- Análisis estadístico

Los datos colectados durante el experimento fueron sometidos a un análisis de varianza y una comparación de media de acuerdo a Tukey con un alfa de 0.05, con la utilización del paquete SAS ver. 9.0.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Tasa absoluta de crecimiento de brotes de duraznero

El crecimiento de los brotes del duraznero fue influenciado por la fertilización. La tasa absoluta de crecimiento en el mes de marzo (TAC-marzo) si obtuvo diferencias significativas con el suministro de diferentes dosis de fertilización. Similar efecto se observa en la TAC-abril y TAC-mayo (Figura 5). La mayor tasa absoluta de crecimiento (TAC) se presentó en árboles fertilizados con el 15% más de la fertilización óptima para el mes de marzo. Mientras que, la TAC en el mes de abril se registró un incremento en árboles nutridos en forma óptima. La TAC del mes de mayo fue superior en árboles que fueron fertilizadas con el 15% más de la fertilización óptima. En general, con la fertilización tradicional (usado por el productor) obtuvo menor la TAC independientemente de la fecha de muestreo. Por otra parte, la TAC en el mes de abril se disminuyó en comparación con los meses de marzo y mayo (Figura 5). La disminución de la TAC de los brotes en el mes de abril fue independientemente de la fertilización, esto puede ser debido al endurecimiento del carozo y el desarrollo del embrión debido a que este órgano demanda la mayor cantidad de carbohidratos. Por su parte (Reginato, Mesa y Ojer, 2011). Señalan que, en este periodo el carozo experimenta el mayor aumento del tamaño alcanzando un 70-80 %, así mismo el mesocarpio presenta la máxima división celular y al mismo tiempo inicia el desarrollo del embrión por lo que estos reducen el crecimiento vegetativo por que demandan mayor suministro de carbohidrato producido por las hojas.

El mayor incremento de la TAC en marzo y mayo pudo ser debido a la reducción de demanda de carbohidratos del fruto, la menor carga frutal por la técnica de raleo y la respuesta a la fertilización aumentada en un +15% de lo óptimo. Por su parte, Fernández, Ladux y Searles, (2015) mencionan que, el alargamiento de los brotes en plantas de olivo es determinada en función de la carga de fruto ya que el crecimiento fue mayor al inicio de la temporada.

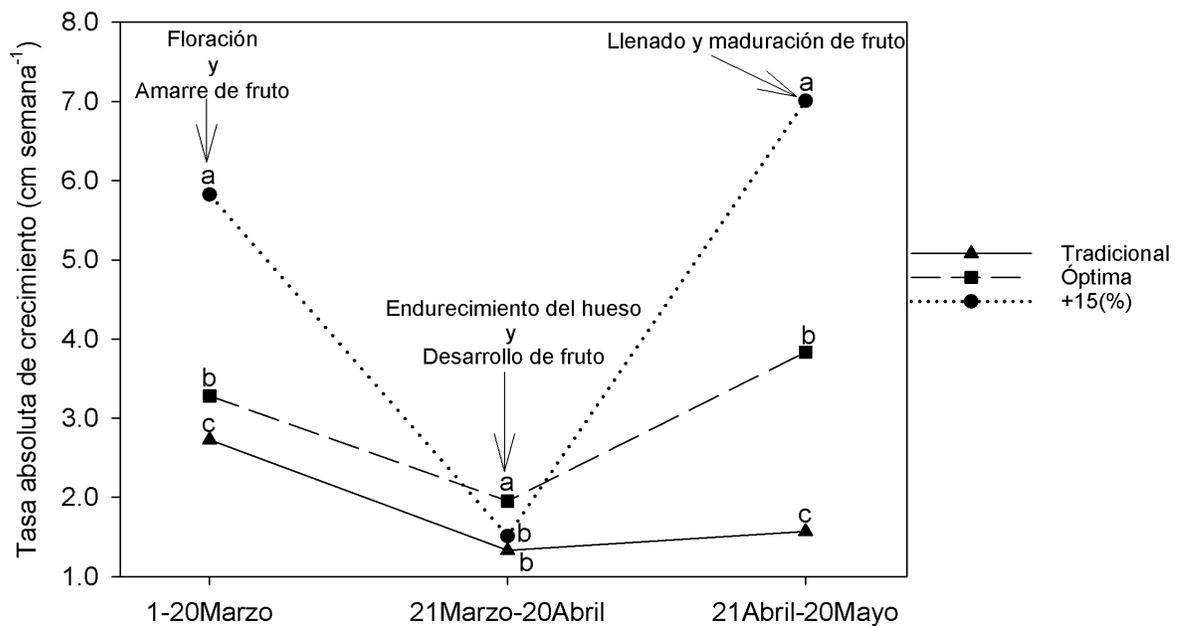


Figura 4. Efecto de la fertilización sobre la tasa absoluta de crecimiento (TAC) de brotes de duraznero en diferentes tiempos de evaluación. TAC-marzo; ANVA= $p \leq 0.001$, TAC-abril; ANVA= $p \leq 0.001$, TAC-mayo; ANVA= $p \leq 0.001$. Las letras a, b y c son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

4.2.- Numero de frutos por árbol y longitud de brote

Estas dos variables fueron afectadas significativamente en aquellos árboles que recibieron una fertilización diferente a la fertilización tradicional (Cuadro 1). El mayor número de frutos por árbol se obtuvo con la fertilización óptima en comparación a las que recibieron una fertilización tradicional y el más 15 % de la fertilización óptima. La longitud final del brote fue superior con la dosis +15 % de la fertilización óptima, mientras que, los árboles que recibieron la fertilización tradicional registran el menor tamaño de brote (Cuadro 1).

La disminución de frutos amarrados y del crecimiento vegetativo en la fertilización tradicional pudo ser debido a una deficiencia nutricional. Pues, Malgar y Kunta, (2019) señalan que, el funcionamiento normal y el crecimiento de la planta se ven afectados a la disponibilidad insuficiente de uno o varios nutrientes esenciales. Al

aportar una fertilización óptima quizá se potencializó un adecuado funcionamiento de los nutrientes encargados de la adecuada polinización y/o fecundación en el duraznero logrando un mayor amarre de fruto. Michailidis *et al.*, (2023) reportan que, el boro es uno de los nutrientes esenciales para el óptimo crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de los frutos.

Al incrementar más 15 % de la dosis óptima pudo haber promovido el desarrollo vegetativo de los brotes del duraznero, pero se redujo el número de frutos por árbol. Tagliavini y Marangoni, 2002) mencionan que, se debe reducir el aporte de nitrógeno cuando los rendimientos de frutos son bajos, pues este efecto se debe a un crecimiento excesivo de los brotes.

Cuadro 1.-Efecto de la fertilización sobre el número de frutos por árbol y de la longitud final de brote de duraznero.

Fertilización	Frutos por árbol	Longitud final de brote (cm)
Tradicional	178c	19.40c
Optima	301a	32.88b
+15 (%)	274b	51.12a
ANVA $P \leq$	0.001	0.001
CV (%)	3.48	1.13

ANVA= análisis de varianza, CV= coeficiente de variación. +15 (%) = de la fertilización óptima. Las letras a, b y c son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

4.3.- Cosecha de durazno

El porcentaje de fruto cosechado no fue determinante según la fertilización efectuada a lo largo de los cortes. El primer Corte 1 (A) tuvo diferencias significativas respecto a las diferentes dosis suministradas. Similar efecto se observa en el corte 2 (B) teniendo una disminución significativa en la dosis de +15 %. Por otra parte,

independientemente de las dosis aplicadas en el corte 3 (C), no encontramos ninguna diferencia en cuanto al porcentaje cosechado (Figura 5). A final de la cosecha corte 4 (D), el tratamiento con la dosis de +15% obtuvo el mayor porcentaje de corte que al aplicar una dosis tradicional. Cosechando el mayor porcentaje de todos los cortes efectuados a lo largo del experimento (Figura 5). El porcentaje total de fruta cosechada independientemente de la fertilización aplicada a lo largo de un ciclo no precisamente se ve influenciada en la cosecha del duraznero.

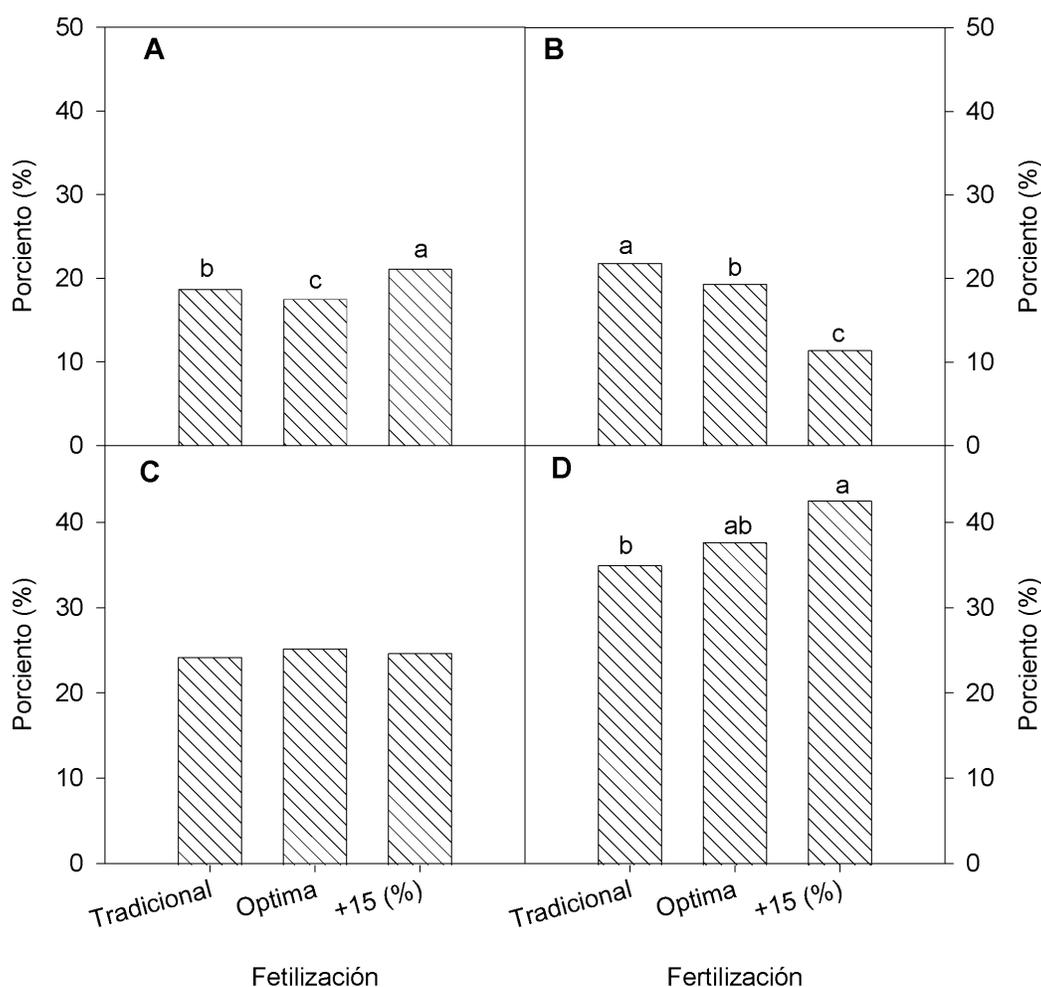


Figura 5. Efecto de la fertilización sobre el porcentaje de fruto cosechado por corte de durazno. Corte1 (A); ANVA= $p \leq 0.001$, Corte2 (B); ANVA= $p \leq 0.001$, Corte3 (C); ANVA= $p \leq 0.112$ y Corte4 (D); ANVA= $p \leq 0.01$. Las letras a, b y c son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

4.4.- Rendimiento de fruto

Esta variable fue influenciada por las fertilizaciones adicionales. El rendimiento por árbol o por hectárea (ha) fueron afectados significativamente al suministrar diferentes dosis de fertilización (Figura 6). El Mayor rendimiento se observó en árboles que se aplicó una fertilización óptima y más el 15% de la fertilización en comparación con el suministro tradicional. Sin embargo, este incremento fue aún mayor con la fertilización óptima (Figura 6A). Este efecto fue similar en el rendimiento por hectárea (Figura 6B).

Este incremento en el rendimiento pudo ser afecto de una aplicación óptima de nutrientes en el duraznero ya que, se suministraron los nutrientes de forma balanceada, sin embargo, no aumento el rendimiento al incrementar la fertilización posiblemente porque la especie es sensible a la salinidad. Mohit *et al.*, (2023) indican que, la cantidad y el momento de la fertilización juegan un papel importante en la calidad y el rendimiento de los cítricos. Durán *et al.*, (2004) señalan que, en mango se considera sensible a las condiciones salinas, la falta a la tolerancia a la sal de los portainjertos de los mangos particularmente impacta el rendimiento de frutos.

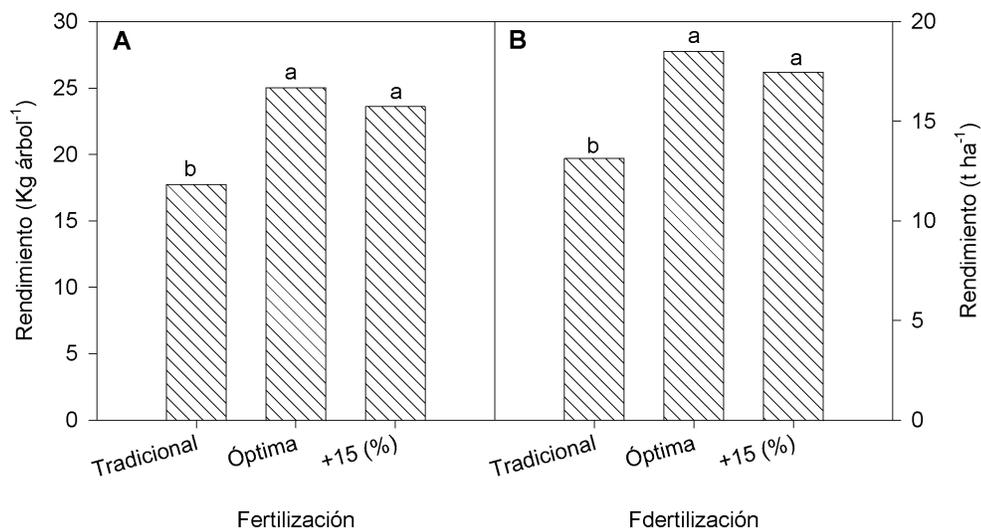


Figura 6.-Efecto de la fertilización sobre el rendimiento de fruto de durazno. Rendimiento por árbol (A); ANVA= $p \leq 0.001$, Rendimiento por hectárea (B); ANVA= $p \leq 0.001$. Las letras a y b son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

4.5.- Número total de brotes y yemas

El número total de brotes fue afectado significativamente en aquellos árboles que recibieron fertilización diferente a la tradicional (Figura 7). El mayor número de brotes totales se obtuvieron en aquellos árboles que recibieron fertilización de forma óptima, seguido de la fertilización +15 % de la óptima mientras que, al aplicar de forma tradicional se registró el menor número brotes. La determinación de la cantidad y de la calidad de brotes en los árboles fue efecto de la dosis de fertilización, ya que al suministrar en forma óptima se alcanzaron el mayor número de brotes en el duraznero.

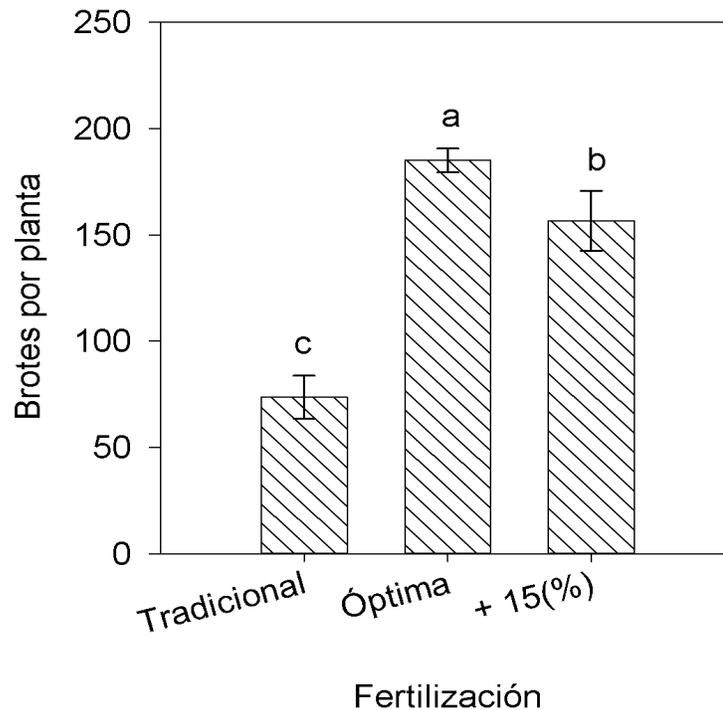


Figura 7.-Efecto de la fertilización sobre el número de brotes por planta durazno. Brotos por planta; ANVA= $p \leq 0.003$. Las letras a y b son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

El número de yemas mixtas, así como el de yemas vegetativas fue afectado significativamente por la fertilización (Figura 8). Al suministrar de manera óptima la

fertilización se presentó en los árboles mayor número de yemas mixtas, en comparación a los árboles que recibieron fertilización tradicional y el +15% de lo óptima (Figura 8A). El número de yemas vegetativas fue superior en arboles con fórmula tradicional, mientras que los árboles que recibieron fertilización óptima y +15%, registran el menor número de yemas vegetativas (Figura 8B). La fertilización en forma óptima o por encima esta misma condujo a plantas a un crecimiento reproductiva. Es muy importante mantener un equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la fructificación de los árboles (Huett, 1996), lo que permite una fructificación regular y anual (Rutkowski y Łysiak, 2023).

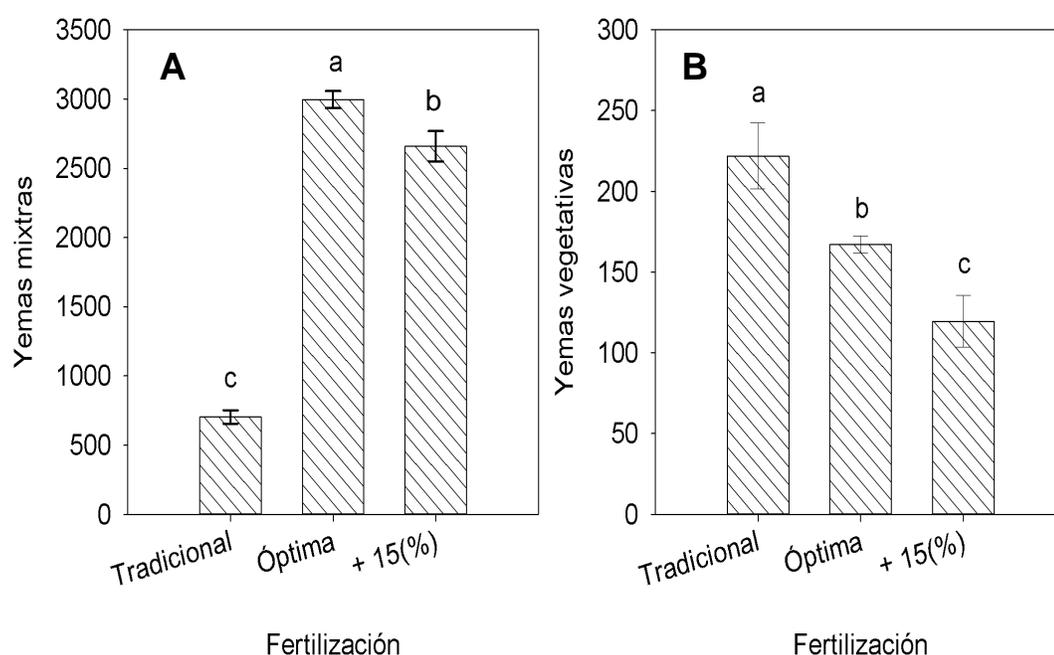


Figura 8.- Efecto de la fertilización sobre la producción de yemas vegetativas y mixtas en árboles de durazno. Yemas mixtas (A); ANVA= $p \leq 0.001$, Yemas vegetativas (B); ANVA= $p \leq 0.002$. Las letras a, b y c son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

5.-CONCLUSIÓN

Los frutales en general demandan bajas cantidades de fertilización, sin embargo, el desbalance de suministro de estos afecta negativamente el crecimiento y rendimiento de los árboles frutales. Los resultados obtenidos sugieren que una fertilización óptima incrementa el rendimiento de fruto, la producción de brotes y el número de yemas mixtas, mientras que, una fertilización superior a la óptima aumenta la tasa absoluta de crecimiento y la longitud de brotes. Con una fertilización desbalanceada (fertilización tradicional) se obtiene menor rendimiento, menor número de brotes, menor número de yemas mixtas, pero, mayor número de yemas vegetativas. Eso significa que, los desbalances nutricionales reducen la producción del fruto en el duraznero.

6.- LITERATURA CITADA

- Africano P. K. L. and Almanza-Merchan P. J. L. 2015.** Physiology and biochemistry of peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] fruit maturation. Scielo, 0-12.
- de Bernabé Sala M. G. 2006.** Patrones de Melocotonero. El Tinter. España. 24p.
- Alcazar J. R. 2019.** Variedades mejoradas de durazno (*Prunus persica* L.). Agro Productividad. México. 9 p.
- Andaluz S. 2005.** Estudio de los cambios inducidos por la deficiencia de hierro en el proteoma de plantas. CSIC. España. pp 21-34.
- Arispuro I. C.-M. 2014.** Deficiencia del azufre en los suelos cultivables y su efecto en la productividad. Bio Tecnia. pp 38-44.
- Asiain Barrera E. 2013.** Estudio de los cambios inducidos por la deficiencia de hierro en el proteoma de plantas. CSIC 123(4): 107-110
- Avelar V. H. 2004.** Guia tecnica del cultivo del melocoton. MAG. El Salvador. 46p.
- Axayacatl O. 2020.** Estadísticas mundiales de producción de durazno. <https://blogagricultura.com/estadisticas-durazno-produccion/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20mundial%20de%20durazno,FAOSTAT%20para%20el%20a%C3%B1o%202020>. consultado en 5 de Diciembre 2023.
- Bastidas Parrado L. A. 2015.** Parámetros de calidad durante la cosecha de durazno (*Prunus persica* L. Batsch cv. "Rubidoux"). Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 122: 145-153.
- Calderón Zavala, G. y. A. 2019.** Variedades mejoradas de durazno (*Prunus persica* L.). AGROPRODUCTIVIDAD. 122: 81-83.
- Carol, M.G. 2023.** Deficiencia de magnesio del melocotón. California. 28p.
- Cat., D. 2022.** Cuáles son las horas de enfriamiento de los árboles frutales, Gráficos útiles mapas de área. México. 17p.
- Chandler, W. H. 1947.** Huertos de hoja caduca. ResearchGate. 10(2):137.
- Curzel V. 2018.** Boletín Frutícola. https://inta.gob.ar/sites/default/files/boletin_fruticultura_ndeg_4.pdf. consultado en 20 de Diciembre 2023.
- D. M. C. 1987.** Departamento de Agricultura Ganadería y Montes. Diputación General de Aragón. México 126p.

- De Rossi, R. P. Di Masi S. N. Raffo Benegas, M. D., Fernandez, D. Gallina, M. F.Gallo, S. L. Ziaurriz, S. A. 2023.** Guías de plagas y enfermedades observadas, y agroquímicos registrados para su control en ocho cultivos frutícolas de la Patagonia Norte. Argentina. Inta Digital. Argentina. 98p.
- DeJong, T. 2022.** Concepts for understanding fruit trees. CABI. pp 1-131.
- Delgado, J. M. 1976.** Melocotoneros, Almedros e híbridos como patrones de melocotonero. Limusa. Madrid 26p.
- Edysma. M. 2020.** The varieties of peaches . New ZipMEC. 32(3): 9-14.
- **Erica Fadón, y. J. 2023.** Reposo y desarrollo floral en frutales de clima templado. ResearchGate. 529: 50-53.
- Ernesto Hernández-Romero, R. R.-H.-R.-F.-F. 2019.** Variedades de durazno (*Prunus persica* L.) intercaladas en el sistema milpa en la sierra nevada de Puebla, México. Agro Productividad. 12: 2.
- Ezequías., F. C. 2023.** Efecto del Fenpyroximate para el control de arañita roja (*Panonychus ulmi* Koch), en melocotón (*Prunus persica* L.), en Huari–Ancash. ALICIA. Perú. 140-159p.
- F. Gutiérrez–Acosta, J. S.–R.–M. 2007.** Fenología, producción y características de fruto de selecciones de durazno (*Prunus persica* L. Batsch.) Ana en Aguascalientes. Revistas mexicana de ciencias agrícolas. 14(1): 2-7.
- FAOSTAT. 2020.** Datos sobre alimentación y agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>. consultado 15 de noviembre 2023.
- Fenner, M. 2016.** The phenology of growth and reproduction in plants. 78-91 .
- Fernandez E. 2023.** Onset of dormancy in deciduous fruit trees. CultiFort 1: 1-9.
- García E. M. 2020.** Quantification and accumulation of cold hours and degree. Revista Mexicana de ciencias agrícolas. 16: 1-6.
- GARCÍA F. G. 1964.** Los trabajos sobre nutrición y fertilización. Extrait. España.
- Gómez V. B. 2014.** El calcio y su asimilación por parte de las plantas. Dialnet 1: 56-63.
- González S. P. 1990.** Manual Para Cultivar Duraznero. México : Limusa 11: 17-20.
- Guillergo Z.C. 2021.** Variedades mejoradas de durazno (*Prunus pérsica* L.). Agro-Divulgación, 12: 29.

- Hector A. Altube C. O. 2001.** Determinación de los índice de cosecha de duraznos cvs Flordaking y san pedro. Scielo 15: 16-33.
- Horacio Santiago-Mejía, C.-F. A.-F.-M. 2015.** Response of peach [prunus persica (l.) batsch] trees composed by two cultivars in an environment of frost incidence: bloom and fruit set. Revista mexicana de ciencias agrícolas.18(3): 580-586.
- Huett, D.O. 1996.** Prospects for Manipulating the Vegetative-Reproductive Balance in Horticultural Crops through Nitrogen Nutrition: A Review. Aust. J. Agric. Res. 47: 47–66.
- INIA 2018.** Guia de campo recomendaciones para el manejo integrado de la enfermedad de Sharka. INIA, 32-38.
- INIFAP. 2021.** Variedades de melocotón con mayor potencial económico (INIFAP ZACATECAS). [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/prensa/\(001-020\)%20E81400.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/prensa/(001-020)%20E81400.pdf). consultado 6 febrero 2024.
- INIFAP 2023.** Variedades de Durazno. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/variedad-de-durazno-julia>. consultado 17 noviembre 2023.
- INTAGRI. 2020.** Producción de Durazno en México. INTAGRI. 4.
- INTAGRI. 2020.** Producción Forzada en Durazno. INTAGRI. 1-3 .
- J. Cáceres H. L. M. 2016.** Técnicas de manejo de manejo agronómico en frutales Actualización de conocimientos. UCUENCA.1-4.
- LARUE, J. H. 1989.** Peaches, plums and nectarines. Senior. California.205p.
- Lemus S., G. 2011.** Centro de Frutales de Carozo. Los Andes.Chile 197p.
- Liang, L. 2019.** Módulo de Referencia en Sistemas Terrestres y Ciencias Ambientales. ScienceDirect. 1-2.
- Lorén Zaragoza, J. 2013.** Estudio de la fertirrigación nitrogenada con el inhibidor de la nitrificación 3,4 dimetilpirazolfosfato (DMPP) en melocotonero Miraflores. DIGITAL.CSIC,200-266.
- MEIER U. 2012.** Estados Fenologicos en frutales de hueso. <https://www.tecnicoagricola.es/estados-felogogicos-de-melocotonero/>
- Mihaylova Dasha, A. P. 2022.** Pattern Recognition of Varieties of Peach Fruit and Pulp from Their Volatile Components and Metabolic Profile Using HS-SPME-GC/MS Combined with Multivariable Statistical Analysis. PMC. 11: 10-12.
- Molina E. A. 2002.** fertilización foliar de cultivos frutícolas. Costa Rica: CIA/UCR.

- Mónica Elizabeth M. G. 2017.** Poscosecha de frutos maduración y cambios bioquímicos. . Revista mexicana de ciencias agrícolas. 7-22.
- Montenegro D. H. 2002.** Fisiología de Árboles Frutales . AGT México. 115p.
- Monter. D. P. 2009.** Propagación in vitro del híbrido almendro x durazno H1. Revista fitotecnia Mexicana, 25.
- N. E. G. 2008.** El cultivo del duraznero. Americas. Chile. 150p.
- Oscar Gumersindo Vazquez Cuecuecha, E. G.-G.-G. 2023.** Características físicas y químicas de los frutos de tres variedades de *Prunus persica* L. Batsch en Tlaxcala. Revista Mexicana de ciencias agrícolas. 108p.
- Oussama H. Mounzer W. C. 2008.** Growth Pattern and Phenological Stages of Early-Maturing peaches trees Under a Mediterranean Climate. HortScience. 1: 16-21.
- Pardo G. J. 2011.** Concepts for understanding fruit trees. Emma Mccann USA 1-4.p.
- Parra Quezada J. C. C. A. Z. 2014.** Intensidad de raleo y calidad de fruto de durazno cv. Baby Gold 8. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 5(4): 8-14.
- Patricio Abarca R. Sofía Felmer E. M. A. 2017.** Manual de manejo del cultivo de durazno . Boletín INIA N° 373. Chile. 131p.
- Pedro José Almanza Merchán H. C. L. 2016.** Postharvest characterization of peach fruit [*Prunus persica* (L.) Batsch] cv. Dorado produced under high-altitude tropical. Revista colombiana de ciencias hortícolas. 10(2): 232-240.
- Pisano J. R. 2014.** Variedades de duraznero y nectarina para el Uruguay. Manual del duraznero: la planta y la cosecha. INIA. Uruguay. 85-163p.
- Cárdenas Navarro J. M. Y. 2004.** Los aportes del Nitrogeno en la Agricultura. Revista Chapingo Serie Horticultura. 10(2):173-178.
- Rengel Zed I. C. 2022.** Marschner's Mineral Nutrition of Plants. Fourth. London. 795p.
- Rodrigo Infante M. Á. 2022.** El Cultivo del Duraznero hacia el siglo XXI. Wacom Retail SpA. Chile. 116p.
- Rodríguez, E. 2023.** Peach. Britanica. España 170p. .
- Rodríguez J. A. 1996.** Respuesta del rendimiento del duraznero [*Prunus persica* (L.) Batsch] criollo mexicano a la maleza y fertilización con NPK. ITEA 92(3): 171 - 187.
- Rogers B. L. 1950.** Potassium nutrition of the peach. Proquest. USA. 157p.

- Rueda S. M. 2016.** El durazno variedades y sus nuevos aportes y desafíos en la gastronomía ecuatoriana. Quito. Ecuador. 6p.
- Ruiz, L. 1993.** El duraznero en Chile. Los Andes. Chile 170p. .
- Scatoni S.N. 2010.** Tecnología disponible para el manejo de plagas en durazneros. Ainfo.inia 11(3): 1-20.
- Sepúlveda R., P. D. 2009.** Enfermedades recurrentes en frutales de carozo, Oídio. Innova Chile 18(2): 18-20.
- SIAP. 2019.** Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/articulos/durazno-una-suave-caricia-al-paladar?idiom=es>. Consultado 10 Enero 2024
- SIAP. 2021.** Producción Agrícola del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera . Obtenido de <https://www.gob.mx/profeco/documentos/durazno-terciopelo-en-tu-boca?state=published>. Consultado 18 Noviembre 2023.
- SIAP. 2021.** Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Obtenido de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado 20 Diciembre 2023.
- Solleiro J. L. 2018.** Producción de Durazno en México <https://tecnoagro.com.mx/no.-129/produccion-de-durazno-en-mexico>. Consultado 8 Diciembre 2023.
- Stegmayer M. I., F. L. 2020.** Essential oils from native plants for the control of phytopathogenic fungi that affect fruits. Scielo, 317-329.
- Vázquez Cuecuecha O. G. 2007.** Physical and chemical characterization of the fruits of three varieties of *Prunus persica* L. Batsch in Tlaxcala. Revista Mexicana de ciencias agrícolas. 16(2): 6-10.
- Westwood M. N. 1978.** Zona templada Pomolog. Scientia Agrícola. 54: 147-151.
- Zegbe Domínguez B. I.-T. 2019.** Márgenes de comercialización del durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch) criollo amarillo de hueso pegado de Zacatecas, México. Agro Productividad, 24(3): 7.