

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DEL ANILLADO SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD Y  
MADURACIÓN DE LOS FRUTOS DE DURAZNO (*Prunus persica* L.) EN  
LA COMUNIDAD VILLA SAN JUAN, PROVINCIA LOAYZA.**

**BETTY VERONICA SUXO FLORES**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2018**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

EFFECTO DEL ANILLADO SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD Y MADURACIÓN DE  
LOS FRUTOS DE DURAZNO (*Prunus persica* L.) EN LA COMUNIDAD VILLA SAN  
JUAN, PROVINCIA LOAYZA.

Tesis de grado presentado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo

**BETTY VERONICA SUXO FLORES**

**ASESOR:**

Ing. René Calatayud Valdez .....

**TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Ing. Juan José Aparicio Porres .....

Ing. MSc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta .....

Ing. MSc. Hugo Bosque Sánchez .....

**APROBADA**

Presidente Tribunal Examinador .....

LA PAZ – BOLIVIA

*Dedicado a mis padres Alejandro Suxo y Felipa Flores que son mi principal motivación. A mis hermanas por el apoyo incondicional que me brindan cada día de vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, por los triunfos y los momentos difíciles que me ha enseñado a valorar cada día de vida.

Agradecer a la Universidad Mayor de San Andrés por acogerme en sus aulas durante mi formación académica.

A los docentes de la Facultad de Agronomía, por impartirme los conocimientos oportunos y adecuados de esta hermosa carrera.

A mi asesor Ing. Rene Calatayud por los aportes en este trabajo de investigación.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. Juan Jose Aparicio, Ing. MSc. Wilfredo Blanco e Ing. MSc. Hugo Bosque por sus observaciones pertinentes para la conclusión del trabajo de tesis.

A mis queridos padres Alejandro Suxo y Felipa Flores por apoyarme en cada decisión y proyecto de vida, quienes velaron por mí durante este camino para culminar esta carrera universitaria y sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor incondicional, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos; gracias por su esfuerzo, dedicación, tolerancia, confianza, cariño y demás adjetivos innumerables, infinitas gracias papi y mami.

A mis hermanas: Feliza por el apoyo brindado y Lourdes por el apoyo incondicional, los tantos momentos compartidos, los secretos guardados, por ser cómplices, por los consejos y más por los ánimos de seguir adelante.

A mis abuelitos que se fueron al cielo, a mis abuelitos que aún están con vida, a ellos agradecerles por los momentos inolvidables en el campo y ser un escape a los momentos de caída en esta etapa universitaria.

A mis grandes amigas del colegio “Elizardo Pérez”, a esas amigas les debo esas anécdotas divertidas, por haberme acompañado en todo estos años compartiendo risas, lagrimas, viajes y tantos momentos, pero sobretodo agradecerles por los ánimos de seguir avanzando en este proceso, por los momentos que aún faltan por compartir.

A mis amigas de la universidad, por acompañarme en el transcurso de esta carrera, por brindarme el apoyo académico y por la gran calidad humana que me han demostrado con su amistad fuera de las aulas.

Agradecer a Roger Ramos por acompañarme, apoyarme y sobre todo por la ayuda en el proceso de campo de tesis, gracias por todo.

Agradecer a los amigos del GAMLP (Instituto de la Juventud, UNACE – huertos), amigos de CETI y a esos amigos fuera de aulas; personas realmente increíbles que me brindaron el apoyo emocional combinados con una amistad sincera.

A don Víctor Touchard por su hospitalidad y cordialidad, por abrirme las puertas de su hogar y su familia, por dejarme experimentar en sus parcelas de durazno.

Agradecer a los comunarios de Porvenir y Luribay, que se convirtieron en experiencias de vida, que me enseñaron a valorar aún más la producción nacional y que ser fruticultor en Bolivia es una tarea ardua y de dedicación completa, pero que es un placer muy gratificante ver sus esfuerzos prosperar con el simple hecho de ver sus parcelas llenas de flores y frutos de durazno, manzanas, uvas, peras y demás cultivos.

A los libros, los artistas, las músicas, edificios, casas, ciudades, pueblos, comunidades, lugares, viajes, atardeceres, amaneceres, paisajes, etc. que he disfrutado, porque sin ellos mi vida hasta ahora sería, sin duda, un desierto intransitable.

Las palabras nunca serán suficientes para manifestar mi aprecio y mi agradecimiento.

*Betty Veronica Suxo Flores*

## CONTENIDO

CONTENIDO.....	i
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
SUMMARY .....	viii

## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos .....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Origen y distribución .....	3
2.2. Importancia mundial del durazno .....	3
2.3. Producción de durazno en Bolivia.....	4
2.4. Taxonomía .....	4
2.5. Requerimientos del cultivo .....	5
2.5.1. Clima.....	5
2.5.2. Suelo.....	5
2.5.3. pH .....	5
2.5.4. Agua .....	6
2.5.5. Temperatura .....	6
2.5.6. Viento.....	6
2.5.7. Luz .....	6
2.5.8. Horas frío .....	6
2.6. Descripción botánica.....	7
2.6.1. Porte .....	7
2.6.2. Tronco y Ramas.....	7
2.6.2.1. Brindillas .....	7
2.6.3 Sistema radicular .....	7

2.6.4. Hojas.....	8
2.6.5. Flores.....	8
2.6.6. Polinización.....	8
2.6.7. Fruto .....	8
2.7. Etapas Fenológicas de la fase productiva del duraznero.....	9
2.7.1. Dormancia .....	9
2.7.2. Yema hinchada.....	10
2.7.3. Desarrollo de la yema.....	10
2.7.4. Punta rosada-inicio de floración.....	10
2.7.5. Ramificación o brotación.....	11
2.7.6. Floración-caída de pétalos.....	11
2.7.7. Cuajado de fruto .....	12
2.7.8. Crecimiento de fruto.....	12
2.7.9. Cosecha.....	14
2.8. Índice de madurez .....	15
2.8.1. Características de los índices de madurez .....	15
2.9. Calidad del fruto.....	16
2.10. Producción forzada.....	17
2.10.1. Defoliación .....	17
2.10.2. Poda .....	17
2.10.3. Anillado .....	17
3. LOCALIZACIÓN.....	21
3.1. Ubicación .....	21
3.2. Características generales del lugar de estudio .....	21
3.2.1. Zona del valle .....	21
3.2.2. Condiciones de suelo.....	21
3.2.3. Condiciones climáticas .....	21
3.3. Riesgos climáticos .....	22
3.3.1. Heladas.....	22
3.3.2. Granizos .....	22
3.3.3. Mazamorras.....	22
3.3.4. Inundaciones .....	23

3.4. Fauna y Flora.....	23
3.4.1. Vegetación.....	23
3.4.2. Fauna.....	23
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
4.1. Materiales.....	24
4.1.1. Material vegetal.....	24
4.1.2. Material de campo.....	24
4.1.3. Equipos.....	24
4.1.4. Materiales de gabinete.....	24
4.2. Metodología.....	25
4.2.1. Selección y asignación de plantas (unidades experimentales).....	25
4.2.2. Limpieza de canal de riego.....	25
4.2.3. Primer riego.....	25
4.2.4. Abonado y chonteo.....	26
4.2.5. Primer anillado en las plantas (fase fenológica: botón floral).....	26
4.2.6. Segundo anillado (fase fenológica: floración).....	26
4.2.7. Tercer anillado (fase fenológica: cuajado del fruto).....	26
4.2.8. Manejo fitosanitario.....	26
4.2.9. Manejo de riego.....	27
4.2.10. Control de malezas.....	27
4.2.11. Cosecha.....	27
4.3. Análisis estadístico.....	27
4.3.1. Diseño experimental.....	27
4.4. Distribución de los tratamientos.....	28
4.5. Croquis experimental.....	29
4.6. Variables de respuesta.....	30
4.6.1. Variables para el rendimiento de frutos.....	30
4.6.2. Variables de la calidad de la cosecha.....	30
4.6.3. Variables para la foliación y ramificación de la planta.....	31
4.6.4. Variables económicas.....	32
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.1. Número total de frutos por árbol.....	33



5.2. Número de frutos comerciales por planta .....	36
5.3. Peso total de frutos por árbol.....	38
5.4. Peso total de frutos comerciales por planta .....	41
5.5. Diámetro del fruto .....	44
5.6. Peso del fruto.....	47
5.7. Color del fruto .....	50
5.8. Contenido de sólidos solubles .....	52
5.9. Número de hojas.....	54
5.10. Crecimiento de brindillas vegetativas.....	57
5.11. Análisis económico .....	59
6. CONCLUSIONES .....	62
7. RECOMENDACIONES .....	66
8. BIBLIOGRAFÍA .....	67
ANEXOS .....	74

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales países productores de durazno.....	3
Cuadro 2. Combinación de los factores de estudio .....	29
Cuadro 3. Análisis de varianza para el número total de frutos por árbol.....	33
Cuadro 4. Comparación de medias de las fases fenológicas para número total de frutos por planta .....	34
Cuadro 5. Análisis de varianza para el número de frutos comerciales por árbol.....	36
Cuadro 6. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable de número de frutos comerciales por planta .....	37
Cuadro 7. Análisis de varianza para el peso total de frutos por árbol .....	39
Cuadro 8. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable de peso total de frutos por planta .....	39
Cuadro 9. Análisis de varianza para peso total de frutos comerciales por árbol .....	42
Cuadro 10. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable del peso total de frutos comerciales por planta.....	42
Cuadro 11. Comparación de medias del contraste para la variable del peso total de frutos comerciales por planta .....	43
Cuadro 12. Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto.....	45
Cuadro 13. Comparación de medias para el factor de fases fenológicas para la variable del diámetro ecuatorial del fruto .....	45
Cuadro 14. Análisis de varianza para el peso del fruto .....	48
Cuadro 15. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable peso del fruto (g).....	48
Cuadro 16. Análisis de varianza para el color del fruto .....	50
Cuadro 17. Análisis de varianza para contenido de solidos solubles .....	52
Cuadro 18. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable contenido de solidos solubles (° Brix).....	53
Cuadro 19. Análisis de varianza para el número de hojas .....	55
Cuadro 20. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable número de hojas.....	55
Cuadro 21. Análisis de varianza para el crecimiento de brindillas.....	57
Cuadro 22. Comparación de medias del contraste de factor y testigo para la variable de crecimiento de brindillas .....	58
Cuadro 23. Análisis económico .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las unidades experimentales .....	29
Figura 2. Número total de frutos por planta.....	34
Figura 3. Número de frutos comerciales .....	37
Figura 4. Peso total de frutos por árbol .....	40
Figura 5. Peso de frutos comerciales .....	43
Figura 6. Diámetro ecuatorial del fruto .....	46
Figura 7. Peso del fruto en gramos .....	49
Figura 8. Sólidos solubles (°Brix) .....	53
Figura 9. Número de hojas.....	56
Figura 10. Crecimiento de brindillas vegetativas .....	58

## RESUMEN

El duraznero es un frutal muy importante para la economía de los valles de La Paz, lo cual se requiere un manejo agronómico adecuado para obtener frutos de calidad para la aceptación en el mercado y generar rendimientos óptimos para satisfacer la inversión realizada a este cultivo frutal. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del anillado sobre el rendimiento, calidad y maduración de los frutos de durazno (*Prunus persica* L.) en la comunidad Villa San Juan, cantón Porvenir, municipio Luribay, provincia Loayza.

Los arboles utilizados fueron seleccionados con un porte homogéneo, su marco de plantación es de 3x3 m. El anillado se efectuó con una navaja en el tronco y ramas, en las etapas fenológicas del frutal de botón floral, floración y cuajo; estos fueron comparados con un testigo absoluto.

Para evaluar el rendimiento de los frutos se midieron: número de frutos por planta, número de frutos comerciales por planta, peso total de frutos por planta, peso de frutos comerciales por planta. Para evaluar la calidad de cosecha de frutos se midieron: diámetro del fruto, peso del fruto, color del fruto, contenido de sólidos solubles. Las variables de foliación y ramificación fueron: número de hojas y longitud de brindillas vegetativas. Finalmente se realizó el análisis económico.

La aplicación del anillado en el tronco en la fase fenológica del cuajado, fue el tratamiento donde la relación beneficio/costo fue de 2,73 lo que indica que por cada 1 boliviano que se invierte se recupera 1,73 bolivianos; la realización del anillado en esta fase fenológica es económicamente rentable.

## SUMMARY

The peach tree is a very important fruit for the economy of the valleys of La Paz, which requires an adequate agronomic management to obtain quality fruits for acceptance in the market and generate optimal yields to satisfy the investment made in this fruit crop. The objective of this study was to evaluate the effect of girdling on the yield, quality and maturation of peach fruits (*Prunus persica* L.) in the community of Villa San Juan, canton Porvenir, Luribay municipality, Loayza province.

The trees used were selected with a homogeneous size, their planting frame is 3x3 m. The girdling was carried out with a knife on the trunk and branches, in the phenological stages of the floral button fruit, flowering and rennet; these were compared with an absolute witness.

To evaluate the yield of the fruits were measured: number of fruits per plant, number of commercial fruits per plant, total weight of fruits per plant, weight of commercial fruits per plant. To evaluate the quality of the fruit harvest, the following were measured: fruit diameter, fruit weight, fruit color, soluble solids content. The foliation and branching variables were: number of leaves and length of vegetative brindillas. Finally, the economic analysis was carried out.

The application of girdling in the trunk in the phenological phase of the fruit set was the treatment where the benefit / cost ratio was 2.73 which indicates that for every Bolivian 1 that is invested, 1.73 bolivianos is recovered; the realization of banding in this phenological phase is economically profitable.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los mercados exigentes de fruta fresca, solo es posible comercializar fruta de calidad, la demanda de los consumidores se relaciona principalmente con atributos de tamaño, color y sabor; siendo el tamaño uno de los principales factores de calidad de la fruta. En el mercado internacional existe una estricta exigencia sobre el tamaño.

Con respecto al color, en las frutas con color de cubrimiento rojo o púrpura se requiere que una alta proporción de la superficie del fruto esté coloreada. En cuanto al sabor, el consumidor quiere frutas de alta calidad gustativa; un índice muy utilizado para valorarla es el contenido de azúcares (Podesta y Rodriguez, 2017).

Las cualidades de tamaño, color y sabor se definen fundamentalmente cuando el fruto está en la planta. Existen diferentes prácticas de manejo del cultivo que influyen directamente sobre estos parámetros de calidad: la poda, el raleo de frutos, el riego, la fertilización, la aplicación de reguladores de crecimiento, etc. Otro recurso, menos difundido en nuestro medio, es el anillado de tronco o ramas (Escalante, 2010).

El anillado de la corteza es una técnica de uso no generalizado en fruticultura, a la cual se puede recurrir para mejorar el proceso normal de producción. La adecuada aplicación de esta práctica agrícola requiere de conocimientos apropiados sobre la fisiología, fenología de las plantas cultivadas y de sus características agronómicas (Coca, 2009).

A nivel nacional la producción es heterogénea, no existen variedades definidas, inadecuado manejo del cultivo, prácticas tradicionales no actualizadas, no existe un seguimiento óptimo del cultivo lo cual dificulta un buen rendimiento de la producción y cosecha, por tanto a la comercialización del fruto. El durazno en el país es una de las frutas de clima templado, de mayor importancia.

El cultivo del durazno está extendido prácticamente en toda la zona del valle de Luribay (Mamani, 2006) siendo este cultivo uno de sus principales ingresos económicos de las familias de la zona.

### **1.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto del anillado sobre el rendimiento, calidad y maduración de los frutos de durazno (*Prunus persica* L.) en la comunidad Villa San Juan, cantón Porvenir, municipio Luribay, provincia Loayza.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto del anillado sobre el rendimiento de frutos por planta.
- Determinar el efecto del anillado en la calidad de cosecha.
- Determinar la incidencia en la foliación y ramificación de la planta.
- Determinar mediante un análisis de costos parciales de producción, si la aplicación del anillado en el cultivo es económicamente rentable.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Origen y distribución

Casaca (2005) menciona que el duraznero es originario de China, donde las referencias de su cultivo se remontan a 3.000 años. Fueron llevados probablemente a Persia a través de las rutas comerciales por las montañas, llegando a ser conocidos allí como fruta pérsica, de ahí el nombre *pérsica* o durazno. Estos términos llevaron al error de que los durazneros eran originarios de Persia.

Hacia el año 330 a.C., los duraznos llegaron a Grecia y durante la Edad Media su cultivo se extendió por toda Europa. En el siglo XIX se constata que el duraznero aparece ya como cultivo en expansión. A principios del siglo XX se empiezan a seleccionar genotipos de durazneros a partir de poblaciones procedentes de semilla y se fijan por medio de injerto (Caballero, 2002).

Según Espíndola, Elías, Aguilar y Campos (2009) los españoles introdujeron el durazno a América poco tiempo después de la conquista y desde entonces se cultiva en huertos familiares, en regiones de clima templado y subtropical. El cultivo comercial de durazno data de mediados del siglo XX en América.

### 2.2. Importancia mundial del durazno

Según fao.org (2018) señala que la producción mundial del durazno se estima en torno a las 24,975,649 ton. En el cuadro 1 se muestra los principales países productores a nivel mundial durante 2016, según la base de datos estadísticos FAOSTAT.

**Cuadro 1. Principales países productores de durazno**

<b>País</b>	<b>Producción (ton)</b>
China	14,440,746
España	1,529,919
Italia	1,427,573
Estados Unidos	927,178
Irán	863,922



En la investigación realizada por Caballero (2002) indica que el durazno es uno de los frutales más tecnificado y más difundido en todo el mundo, destinado a conserva de frutos en almíbar, zumos, elaboración de mermeladas y secado, consumo en fresco. El incremento de la producción en los últimos años se debe fundamentalmente a la renovación de las plantaciones, incremento de la superficie en regadío y mejora de las técnicas de cultivo.

### **2.3. Producción de durazno en Bolivia**

En Bolivia, el durazno esta entre las seis especies frutales más importantes del país junto al banano, la naranja, la mandarina, la piña y la uva. Su volumen de producción es de 38.131 toneladas métricas. El periodo de cosecha del durazno se encuentra entre los meses de enero y abril. El consumo se lo realiza en su forma natural, aunque también se lo procesa para la elaboración mermeladas, jugos y mocochinchi (durazno deshidratado) según La Razón (2002).

Según Boliviarrural.org (2011) de acuerdo a los datos de la Fundación Valles, en el país existen 6.520 hectáreas de superficie cultivada de durazno. La producción anual en toneladas métricas alcanza a de 39.051.

En Bolivia, según el portal de fao.org (2018), en la base de datos de FAOSTAT del año 2016, año del último registro de datos oficiales y calculados, se tiene un área cosechada de 8.568 ha de duraznos y nectarinas; un rendimiento de 64.699 Kg/ha y una producción de 55.434 toneladas.

El departamento de La Paz registra el mayor reporte de Unidad de Producción Agropecuaria, terreno o parcela con árboles frutales, y le siguen Cochabamba y Santa Cruz, así lo publica Pagina7 (2016).

### **2.4. Taxonomía**

El género del durazno fue descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Carlos Linneo como *Amygdalus persicus* y atribuido posteriormente al género *Prunus* por Stokes y publicado en Botanical Materia Medica en 1812 (Timana, 2013; Larraga y Suarez, 2011; Fundación Valles, 2011).

Reino: *Plantae*  
Clase: *Angiosperma*  
Sub Clase: *Dicotiledonea*  
Orden: *Rosales*  
Familia: *Rosaceae*  
Género: *Prunus*  
Especie: *P. persica* L.

## **2.5. Requerimientos del cultivo**

Las condiciones climáticas y el suelo tienen influencias en la producción y productividad de cualquier cultivo.

### **2.5.1. Clima**

Se trata de un frutal de zona templada no muy resistente al frío, su área de cultivo se extiende entre 30 y 40° de latitud (Mondragón, *et al.* 2007). Las variedades que se siembran en Bolivia se desarrollan bien en temperaturas promedio de 18°C, en terrenos situados arriba de 1000 metros sobre el nivel del mar.

### **2.5.2. Suelo**

El durazno prefiere un suelo franco arcilloso, con buen drenaje, suelos profundos mayores a 1m, contenido de materia orgánica 3 a 5 %. Casaca (2005) sugiere que es importante incorporar materia orgánica antes de la siembra, para mejorar su porosidad y aireación.

### **2.5.3. pH**

El durazno se adecua bien a suelos que tengan un pH moderado 6.2 a 6.8 según Casaca (2005).

#### **2.5.4. Agua**

Es muy sensible a la asfixia radicular; por ello hay que evitar los encharcamientos de agua y asegurar una profundidad de suelo no inferior a 1-1.50 m. La cantidad necesaria para el riego es aproximadamente de 30m<sup>3</sup> (Caballero, 2002).

#### **2.5.5. Temperatura**

La temperatura óptima para su desarrollo es de 18°C, el autor Timana (2013) hace referencia que la temperatura óptima se encuentra entre 14°C y 21°C. Las temperaturas mínimas invernales que el durazno puede soportar sin morir giran en torno a los -20°C. A -15°C en la mayoría de las variedades se producen daños en las yemas de la flor.

#### **2.5.6. Viento**

Los vientos moderados son útiles cuando no hay frutos, pues provocan una defoliación artificial. Cuando hay frutas, los vientos suaves drenan las copas de los árboles y disminuyen la humedad ambiente (Casaca, 2005).

#### **2.5.7. Luz**

Casaca (2005) indica que la luz es imprescindible para que los durazneros tomen color. Una poda que elimine el exceso de follaje en el interior del árbol, será útil para permitir la entrada de luz, lo cual beneficiará además el estado fitosanitario del árbol. Es importante elegir terrenos con la mayor cantidad de radiación solar posible, ya que la luz solar favorece la formación de frutos de calidad.

#### **2.5.8. Horas frío**

Para romper el reposo o dormancia en frutales caducifolios (duraznos) y que entren en actividad vegetativa, se necesita la presencia de bajas temperaturas, aspecto denominado requerimiento de frío. Este es propio de cada especie y variedad en particular, se expresa con el término Hora Frío, siendo la exposición durante una hora a temperaturas de 7.2 °C ó menos así lo describe Alvarado (2003). Según Baiza (2004) el durazno requiere de 400 a 800 horas-frío.

## **2.6. Descripción botánica**

### **2.6.1. Porte**

Pequeño árbol caducifolio que puede alcanzar 6 m de altura, aunque a veces no pasa de talla arbustiva, así lo describe Zrazhevskiy (s.f.) menciona que el árbol alcanza una altura de 4 metros de altura.

### **2.6.2. Tronco y Ramas**

Las ramas gruesas son divergentes, cambian de color rojizo a parduzco, se resquebrajan a una edad avanzada, las ramas jóvenes son verdes, se vuelven rojizas y de color pardo (café-grisáceo) a medida que envejecen. El tronco es medianamente grueso y corto, con corteza de color pardo que se desprende en láminas (Baiza, 2004).

#### **2.6.2.1. Brindillas**

Es el brote anual que consiste en ramas delgadas de 10 – 40 cm de longitud, que llevan yemas de flor y de madera. La producción de durazno depende de la continua renovación de las brindillas (Fundación Valles, 2011).

### **2.6.3 Sistema radicular**

Muy ramificado y superficial, la zona explorada por las raíces ocupa una superficie mayor que la zona de proyección de la copa (Timana, 2013).

Baiza (2004) indica que el sistema radical es inicialmente profundo y con una raíz central o pivotante muy larga, luego se torna muy ramificado y superficial, el mismo autor menciona que existe un marcado antagonismo entre los sistemas radiculares de las plantas próximas, que induce a las raíces de cada planta a no invadir el terreno adyacente, fenómeno causado por principios alelopáticos propios de la especie. La zona explorada por las raíces ocupa una superficie mayor que la zona de proyección de la copa, se considera como el doble del área de sombra.

#### **2.6.4. Hojas**

Las hojas son simples, lanceoladas, de 7.5 - 15 cm de longitud y 2 - 3.5 cm de anchura, largamente acuminadas, con el margen finamente aserrado. Haz verde brillante, lampiñas por ambas caras. Pecíolo de 1 - 1.5 cm de longitud, así lo describe Caballero (2002); Larraga y Suarez (2011).

Las hojas se encuentran espaciadas, colocadas en forma alterna en las ramas, aisladas o unidas en grupos de dos o tres, siendo la hoja central la más desarrollada (Baiza, 2004).

#### **2.6.5. Flores**

Baiza (2004) y Timana (2013) describen que las flores son generalmente solitarias, a veces en parejas, casi sentadas, de color rosa a rojo (según la variedad) y de 2 a 3.5 cm de diámetro. Cada yema floral produce una flor axilar, completa y hermafrodita; el cáliz es gamosépalo, caduco; la corola está compuesta por cinco pétalos dispuestos alternadamente con los sépalos. Los estambres son de 25 a 30, insertos en el borde del receptáculo, nacen en el fondo de la copa, por lo cual el ovario fecundado forma una drupa sípera monosperma.

Flores (2011); Larraga y Suarez (2011), señalan que las flores del duraznero se ubican en los nudos laterales de ramillas de un año de edad, solo o acompañado de una yema vegetativa, o de otra floral. Las yemas son simples, redondeadas y grandes.

#### **2.6.6. Polinización**

Especie autocompatible, quizás autógama, no alternante. La fecundación tiene lugar normalmente 24-48 horas después de la polinización, según los autores Casaca (2005) y Baiza (2004).

#### **2.6.7. Fruto**

Es una drupa de gran tamaño, con forma oblonga, ovalada, redonda o semiesférica; con un surco longitudinal muy marcado. Posee una epidermis delgada, lisa o pubescente, de color verde amarillenta, rojiza o púrpura. La pulpa carnosa o mesocarpo es de color blanca, amarilla o rojiza, es succulenta, dulce y perfumada; adherida o no a la semilla o

hueso, dependiendo de la variedad. El endocarpo, de hueso o carozo contiene una semilla. Los huesos partidos es una característica de tipo varietal y poco frecuente en campo (Baiza, 2004; Casaca, 2005; Timana, 2013).

Para Caballero (2002), existen dos grupos según el tipo de fruto:

**a) De partir:** De carne blanda, con pulpa sin adherencia al endocarpo, el destino de los frutos es generalmente en fresco.

**b) Ulincate:** De carne dura, con pulpa fuertemente adherida, el destino de los frutos puede ser en fresco y/o industria.

## **2.7. Etapas Fenológicas de la fase productiva del duraznero**

Atocsa (2015), menciona que el cultivo muestra un comportamiento fenológico característico de los caducifolios con dos etapas bien definidas: la época de actividad vegetativa y la de dormancia o reposo; en donde se distinguen claramente las fases de caída de hojas y desnudamiento, con respecto a la del hinchamiento de yemas, formación de cálices, punta rosada, floración, caída de pétalos, formación, desarrollo y madurez del fruto.

López (2007) menciona que presentan un ciclo anual de desarrollo muy típico, caracterizado por una intensa floración en primavera, seguida de una foliación y el crecimiento vegetativo, que dura aproximadamente de 7 a 8 meses.

Las etapas fenológicas del cultivo del duraznero son:

### **2.7.1. Dormancia**

Etapa fenológica donde queda inhibido el crecimiento y se detiene; poco tiempo después se desprenden todas las hojas, mediante abscisión del pecíolo, quedando totalmente desnudos y comenzando un período de reposo o inactividad casi total. Este desprendimiento total de las hojas, así como el período de reposo, son las características que definen a este tipo de árboles, ya que la caída de las hojas no obedece a la presencia de un estado de senescencia en ellas, sino ocurre en un lapso reducido y sucediendo en

la totalidad de ellas, sin importar la edad o etapa de desarrollo de las mismas (López, 2007).

### **2.7.2. Yema hinchada**

Se presenta esta etapa después de la dormancia, cuando el duraznero ha acumulado las horas frío necesarias (700 -800 horas frío) para salir del reposo, para luego empezar con los procesos vegetativos y de floración para el próximo ciclo de producción, así lo menciona López (2007).

### **2.7.3. Desarrollo de la yema**

FAO (2012) menciona que la yema terminal del durazno en el extremo de un brote siempre es vegetativa y produce un brote frondoso. Las yemas auxiliares se desarrollan en la base de las hojas sobre los brotes de la estación actual y pueden ser yemas foliares o florales. Las yemas florales producen una única flor que puede cuajar un fruto. Cada nodo en un brote vegetativo puede tener desde cero hasta tres yemas. Los brotes que generan crecimiento vegetativo son pequeños y en punta, mientras que las yemas florales son más grandes, más redondas y más peludas.

Con frecuencia, un brote foliar está rodeado por yemas florales. La cantidad y distribución de las yemas florales en un brote varía con el vigor del árbol, la variedad, y la radiación ambiental que recibe el brote.

### **2.7.4. Punta rosada-inicio de floración**

En esta etapa se empieza la formación de flor.

Coca (2009) menciona que muchos estudios han demostrado que la iniciación floral empieza después de que los nuevos brotes han alcanzado cierto diámetro y tamaño, con una cantidad suficiente de hojas completamente desarrolladas.

La cantidad de flores dependerá, entonces, del número de yemas que cambiaron del estado vegetativo al estado reproductivo; el mismo que a su vez dependerá de la condición fitosanitaria y nutricional del árbol frutal.

Según Dussan (2014) la inducción floral es el proceso mediante el cual las yemas de los frutales, originalmente vegetativas, sufren cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales. El proceso que sigue a la inducción floral se conoce como diferenciación floral y corresponde a la manifestación externa o cambio morfológico.

#### **2.7.5. Ramificación o brotación**

Dussan (2014) menciona que está en función del vigor de la planta; coincide con el período de alargamiento, se establece una competencia entre las yemas apicales y axilares, lo que trae como resultado la aparición de nuevas ramas y la formación de la copa dosel, con un crecimiento horizontal y vertical.

Donoso, Bastias, Lemus y Silva (2007) mencionan que el duraznero es un frutal de clima templado cálido, que fructifica en yemas simples laterales en ramillas que van desde los pocos centímetros hasta los 70 u 80 centímetros de longitud. Cada yema da origen a una sola flor perigenea, hermafrodita de un solo pistilo monocarpelar con los óvulos.

Como en todos los frutales de carozo, primero ocurre la floración y después se produce la brotación (Donoso, *et al.* 2007).

#### **2.7.6. Floración-caída de pétalos**

López (2007) en su investigación indica que en esta etapa fenológica es cuando el árbol se encuentra en plena floración o ya se ha formado la flor en su totalidad y también se inicia la caída de pétalos para la posterior formación de fruto

La fisiología de la floración en árboles frutales ha recibido poca atención, especialmente bajo condiciones tropicales. Los principales factores que influyen a la transición a la floración son: fotoperiodo, temperatura y disponibilidad de agua. La temperatura es el factor que bajo condiciones tropicales mayor influencia tiene en la floración (Dussan, 2014).

Coca (2009) señala que cuando las partes de la flor previamente formadas inician su desarrollo y las flores se abren, se inicia un nuevo estadio crítico de desarrollo en la producción del cultivo. Las flores tienen que polinizarse adecuadamente antes de que el



fruto se establezca y desarrolle. La polinización ocurre cuando el polen producido por las anteras es transferido al estigma, las flores de los árboles frutales generalmente son receptivos para la polinización por alrededor de cinco días, después de que ellas se abren. Para que se establezca el fruto después de la polinización, el tubo polínico debe desarrollarse a través del estilo hacia el interior del huevo en el saco embrionario.

Flores (2011) indica que el duraznero forma flores en brotes vigorosos en comparación a otras especies pero con una disminución relativa de este vigor en el tiempo. El periodo efectivo de polinización corresponde al tiempo disponible entre la vida útil del óvulo y el tiempo que demora el tubo polínico en alcanzarlo y lograr la fecundación. La posterior formación y desarrollo de la semilla inicia el crecimiento del ovario y de algunos tejidos accesorios para formar fruto, lo que constituye la cuaja o fructificación.

#### **2.7.7. Cuajado de fruto**

En esta etapa se inicia la formación de fruto y se necesita la aplicación de agua a los árboles, ya que durante este periodo, los requerimientos de agua por los árboles son mayores. Se desarrolla simultáneamente con la etapa fenológica de crecimiento de fruto etapa II (endurecimiento de hueso) (López, 2007).

El cuajado del fruto está influenciado por numerosos factores, unos de origen exógeno y otros endógenos. Entre los primeros están los factores climáticos y culturales y entre los segundos los genéticos, nutricionales y hormonales.

#### **2.7.8. Crecimiento de fruto**

Se refiere al crecimiento y maduración de la fruta. Para esta etapa el requerimiento de agua por los árboles es mayor. En esta etapa la aplicación de agua no es muy necesaria ya que se han iniciado las lluvias, pero debido a la mala distribución de las lluvias se hace necesario la aplicación de agua durante períodos prolongados de sequía mediante riegos.

Cobos (2009) manifiesta que se suele definir el fruto como el ovario desarrollado y maduro, una vez que se ha verificado la fecundación de los óvulos y que la semilla es el

óvulo fecundado y maduro. Por tanto, la formación del fruto es la consecuencia directa de la fecundación.

El crecimiento inicial de los frutos resulta de la producción de nuevas células (división celular) desde ese momento hasta la madurez, el crecimiento del fruto consiste de la elongación de las células existentes. En todos los tipos de frutales, el crecimiento implica el alargamiento de tejidos recientemente formados en las flores junto a sus estructuras asociadas, según Coca (2009), también indica que a medida que los frutos crecen y aumentan de tamaño durante la estación de verano, ellos dependen de los carbohidratos, proteínas y minerales almacenados en el árbol, más la capacidad de absorción de agua y minerales de las raíces.

Donoso, *et al.* (2007) y FAO (2012) indican que el patrón de crecimiento del fruto del duraznero es del tipo doble sigmoideo.

Esta especie presenta una curva de crecimiento del fruto fresco de tipo doble sigmoidea, dividida en 3 fases según Flores (2011):

**Fase I:** Comprende desde la antesis o pleno desarrollo de la flor, hasta el inicio de endurecimiento del carozo. El endocarpio se desarrolla en un 80% y el mesocarpio tiene una máxima división celular durante las 2-3 primeras semanas, siendo mayor su desarrollo en el diámetro polar que ecuatorial, lo que les entrega una forma alargada (Atoccsa, 2015).

Gergoff (2016) señala que en esta fase se realiza una multiplicación celular, es decir se produce una intensa división celular, alcanzando el número total de células que tendrá el fruto hasta el final de la maduración. En este proceso, el fruto presenta un tamaño pequeño. Tiene una duración que puede ir de 10 a 30 días.

**Fase II:** Corresponde al periodo de endurecimiento del carozo. Se produce la lignificación del endocarpio y el crecimiento del embrión. Su duración es de 1 a 9 semanas, dependiendo de las variedades. Esta fase determina la duración entre floración y cosecha.

Gergoff (2016) señala que en esta fase se produce el engrosamiento celular, se produce una acumulación de agua e hidratos de carbono hasta alcanzar casi su tamaño máximo. Esta fase presenta una gran variabilidad, dependiendo de la especie y la variedad, pudiendo durar entre 30 y 90 días.

Para Donoso, *et al.* (2007) en la etapa II los procesos de mayor importancia son la lignificación del carozo, que ya comenzó en la etapa I.

**Fase III:** Desde el término de endurecimiento del carozo hasta la madurez. Se produce un rápido aumento de tamaño y peso fresco, y peso seco al final del periodo, con elongación celular y aumento de su densidad por disminución de los espacios intercelulares. El embrión aumenta de peso, pero no de tamaño.

En esta etapa es de rápido aumento de tamaño, peso fresco y hacia el final, de peso seco (Gil, 2000) mencionado por Donoso, *et al.* (2007).

En esta fase es de maduración, durante esta fase se producen transformaciones bioquímicas que llevan a adquirir las características gustativas específicas, es decir la madurez organoléptica. El crecimiento en esta etapa se desacelera y ocurren la mayoría de los cambios de color, sabor y textura (Gergoff, 2016).

Para Donoso, *et al.* (2007) las fases I y III tienen una duración similar en los diferentes cultivares de duraznero. Por el contrario, la fase II que es la que determina la duración entre floración y cosecha puede ser de unos pocos días hasta de varias semanas.

### **2.7.9. Cosecha**

López (2007) indica que es cuando los frutos están maduros. En esta etapa los requerimientos de agua empiezan a descender con relación a la etapa anterior.

La recolecta de los frutos debe ser maduras de color amarillo anaranjado, el tamaño varía según calibres a comercializar y estas deben estar limpias sin golpes, se rechaza frutas con color de fondo verde (Swisscontact Perú, 2009).

## **2.8. Índice de madurez**

Se entiende por madurez óptima aquel estado de desarrollo del fruto capaz de ofrecer la mínima calidad aceptable por parte del consumidor final. La determinación de ese estado de madurez es importante para toda la cadena de comercialización (Soria, 2014).

### **2.8.1. Características de los índices de madurez**

En duraznos, los parámetros generalmente utilizados para valorar la madurez son firmeza de la pulpa, tamaño de la fruta, color externo de piel y contenido de sólidos solubles.

#### **a) Firmeza de pulpa**

La firmeza de pulpa es una de las expresiones que se utilizan para describir la textura de una fruta. La textura engloba propiedades estructurales y mecánicas de un vegetal, asociadas a una diversidad de tejidos. Expresiones como dureza, firmeza, blando, frágil, flácido, harinoso, seco, jugoso, son algunas de los términos utilizados para definir la sensación que produce una fruta al contacto directo con las manos y la boca (Soria, 2014).

#### **b) Tamaño de fruta**

El tamaño de fruto, si bien es utilizado para determinar el momento de cosecha, su sola utilización compromete una correcta decisión, desde el momento que en el mismo inciden marcadamente factores precosecha, como la fertilización, disponibilidad de agua, raleo, así como el genotipo. El tamaño es mayormente un determinante de calidad exigida por determinados mercados.

#### **c) Color externo**

Gergoff (2016) indica que el cambio de color es básicamente debido a la desaparición de la clorofila y el aumento de otros pigmentos que darán la apariencia final al fruto, como son las antocianinas, carotenoides, licopeno, entre muchos otros.

Los cambios de color que ocurren durante la maduración de las diferentes variedades de durazno, ya sea del verde al amarillo o en la intensidad de los tonos rojo a bordó, son muy utilizados por el productor para determinar la madurez de cosecha (Soria, 2014).

El color amarillo de la pulpa, se debe a carotenoides. Los pigmentos que dan color el rojo de la piel y de la pulpa alrededor de carozo son antocianinas y los responsables de la astringencia son los taninos y las leucoantocianas. La luz es necesaria para el desarrollo del color rojo, a tal punto que se recurre a un deshoje algunos días antes de cosecha para promoverlo (Flores, 2011).

#### **d) Contenido de Sólidos Solubles**

Soria (2014) indica que este índice expresado en grados Brix (°Brix), en memoria del químico alemán A.F.W Brix (1798–1890), es una medida del porcentaje de sólidos solubles totales (SST) contenido en un peso determinado de jugo.

Comúnmente es utilizado para valorar concentración de azúcar, pero debe tenerse en cuenta, que en los sólidos presentes en un tejido vegetal, también están las vitaminas, minerales, aminoácidos, proteínas y hormonas.

Para la determinación de SST se utiliza un instrumento óptico de precisión, denominado refractómetro, cuyas medidas se basan en la propiedad de la refracción que posee un haz de luz al atravesar el jugo del fruto; Gergoff (2016) menciona que el proceso de determinación consiste en poner una gota del jugo incógnita, y se observa en la escala graduada en grados Brix (1 ° Brix equivale a 1 gramo de sólido soluble cada 100 gramos de solución).

Los frutos maduros tienen un dulzor a partir de 12 grados brix, los frutos debe estar libres de pudriciones (Swisscontact Perú, 2009).

### **2.9. Calidad del fruto**

Según FAO (2012), hay muchos factores que determinan la calidad del durazno particularmente el tamaño del fruto. Los duraznos son valorados por su tamaño en el mercado de frutos frescos y los de gran tamaño alcanzan precios superiores en muchos mercados. El tamaño del fruto depende de la cantidad de árboles frutales y se ve afectado por factores ambientales tales como los déficits hídricos.

El color y la ausencia de defectos visuales son también aspectos importantes de calidad; el color está determinado por la exposición a la luz durante el crecimiento del fruto, que a su vez depende de la configuración del árbol, el grado de crecimiento vegetativo y la posición del fruto en el árbol. Otros factores de calidad son la firmeza, concentraciones de sólidos solubles totales, azúcares solubles, acidez titulable, proporción entre azúcares y ácidos, compuestos aromáticos volátiles, madurez acelerada y mejor capacidad de almacenamiento (tiempo de conservación).

## **2.10. Producción forzada**

La producción forzada implica la utilización de técnicas como la defoliación (parcial o total), el anillado, la aplicación de inhibidores del crecimiento, aplicación de estimulantes de la brotación, poda; complementadas con prácticas culturales como el riego, fertilización y un adecuado control preventivo de plagas y enfermedades (Campos, Espindola y Mijares, 2007).

### **2.10.1. Defoliación**

El efecto benéfico de la eliminación manual o química de las hojas dentro de un programa de producción forzada se basa en evitar la entrada al letargo (reposo) de los árboles. Si la práctica se realiza con premura evita la diferenciación floral y se obtienen solamente brotes vegetativos; y si es tardía se reduce la brotación floral (Espindola, *et al.* 2009)

### **2.10.2. Poda**

La poda permite controlar el crecimiento vegetativo, y puede ser de invierno o de verano. Ésta última parece brindar los mejores efectos para modificar el balance entre formación de yemas florales y crecimiento vegetativo, misma que puede realizarse antes y después de la cosecha (Espindola, *et al.* 2009).

### **2.10.3. Anillado**

El anillado estimula la floración, el amarre, desarrollo y maduración de frutos. Su efecto se basa en el incremento de la cantidad de materiales elaborados por la planta y de reguladores del crecimiento, originados por un cambio en la distribución de asimilados. Los efectos de esta práctica dependen de varios factores como son: época de realización,

edad y vigor de los árboles, anchura de corte, tiempo de cicatrización, especie y cultivar; por lo cual requiere de ciertos cuidados para su realización (Campos, Espindola y Mijares, 2007).

Podesta y Rodriguez (2017) señala que la operación de anillar consiste en remover una franja continua de corteza alrededor del tronco o las ramas. Esta incisión interrumpe temporalmente (mientras cicatriza totalmente la herida) el movimiento del flujo floemático hacia las raíces, produciendo una acumulación de carbohidratos en la parte aérea de los árboles. Por lo tanto se incrementa la distribución en los frutos, los cuales crecen más rápido y acumulan más azúcares.

Dussan (2014) en su investigación menciona que con la técnica del anillado se busca interrumpir de manera temporal el transporte de carbohidratos, metabolitos y ciertas hormonas a la raíz. Esta práctica debe ser usada con precaución y con un amplio soporte en fisiología vegetal, para evitar la muerte del árbol por una inadecuada práctica, puesto que si se realiza un corte muy profundo o amplio en el tallo y no se alcanza a recuperar el tejido de la corteza, puede suceder este caso. Se considera que la función principal del anillado es la interrupción del transporte por el floema de fotoasimilados y probablemente fitohormonas entre la porción anillada y otras partes de la planta.

Carchi (2016) indica que el anillado es aplicable a una amplia variedad de especies frutales a los que induce a incrementar sus rendimientos, a aumentar el tamaño de la fruta, y avanzar en la madurez frutales como manzanas, uvas, aceitunas, naranjas, pomelos y duraznos han respondido satisfactoriamente al anillado.

Moyano, Flores, Seta, Leone y Severin. (2011), expresaron que el anillado permitió aumentar la carga de las plantas en duraznero, cosechando fruta de buen tamaño y con elevado contenido de Sólidos solubles totales (°Brix).

(Menzel, *et al.*, 2002) mencionado por Moreno (2013) indica que el anillado detiene el crecimiento de los brotes de dos a tres meses. Una vez que el corte ha comenzado a sanar, reanuda el crecimiento de nuevos brotes. Es una práctica utilizada para promover la floración, retención, tamaño, color y contenido de azúcar del fruto.

Según Huang (2002) mencionado por Moreno (2013) demostró que el anillado es recomendado para incrementar el amarre y el tamaño del fruto, corregir parcialmente la maduración tardía de los frutos, la alternancia de producción y para aumentar la producción.

El anillado de los árboles después de la floración, interrumpe el transporte hacia las raíces y aumenta la disponibilidad de carbohidratos para los frutos en desarrollo. Esta situación resulta en una acumulación inmediata en el contenido de almidón de las hojas, que persisten hasta el fin de la caída de junio (Pelcastre, 1999).

Ramírez (2001) indica que el anillado supone una interrupción del flujo floemático, sin incidir en el transporte vía xilema, con la consiguiente acumulación de savia elaborada por encima de la hendidura.

El fundamento del uso del anillado, es que actúa en forma directa sobre la inducción floral, cuaja de frutos y desarrollo de frutos, incrementando la acumulación de fotosintatos en la parte superior de la zona de la planta anillada, en donde se interrumpe el tejido floemático (López, 2003).

#### **2.10.3.1. Efectos del anillado**

Ramírez (2001) indica que el efecto del anillado depende de la anchura de la banda y de la variedad, así como de la capacidad del árbol para formar callo, aumentando la floración, el número de nudos brotados y el número de brotes por nudo, destacan una mejora en floración en ramas anilladas, aumentando tanto el número total de flores como el porcentaje de flores perfectas.

Al acumularse en la parte superior del anillo la savia elaborada, se incrementa la diferenciación de yemas, se acelera la floración y aumenta la fructificación del sector anillado del árbol, el anillado produciría un aumento del tamaño de los frutos ya cuajados, ya que el anillado realizado después de formarse el fruto puede producirle un aumento del tamaño (López, 2003).

El mismo autor López (2003) indica que el anillado preflor aumenta la cuaja y previene su caída llegando a aumentar la producción notablemente en arboles juveniles.



Con relación a las raíces, el anillado produce un fuerte estrés que se manifiesta en una disminución del porcentaje de materia seca. También inhibe casi completamente el crecimiento de las raíces por un largo periodo, incluso una vez cicatrizado el anillo, posteriormente el crecimiento recomienza, mencionado por López (2003).

Para Moreno (2013) el anillado provoca un aumento positivo del nivel de almidón y reducción de los azúcares; a la vez, genera una reducción del nivel de nitrógeno en la copa de los árboles, mientras un cambio opuesto ocurre en las raíces, así también al analizar el contenido mineral de las hojas de ramas anilladas, éstas muestran desviaciones en su composición hasta uno y dos años después, evidenciando bajos tenores de N, Ca, Mg y Mn, aun cuando las hojas no presentan síntomas de deficiencia.

#### **2.10.3.2. Cicatrización**

Espinoza (2007) y López (2003) indican que al realizarse un corte en el árbol, las células dañadas y expuestas al aire se tornan de un color pardo, mueren y forman una placa necrótica, la que luego puede desaparecer al ser absorbida por el tejido del callo. Las células superficiales no afectadas por la herida inician un aumento de tamaño sobrepasando a sus similares (hipertrofia) y después de unos siete días se inicia la división activa de estas (hiperplasia), formándose nuevas células parenquimáticas, construyéndose así el tejido del callo. Posteriormente las células que están en íntimo contacto con los bordes de la herida, se diferencian en nuevas células cambiales, las que forman una nueva conexión continua.

Espinoza (2007) señala que al acumularse la savia en la parte superior del anillo, se incrementa la diferenciación de yemas, se acelera la floración y aumenta la fructificación del sector anillado del árbol, del mismo modo aumenta el tamaño de los frutos ya cuajados.

Dependiendo del tiempo que se demora la planta en recuperar el tejido eliminado, se producirá sobre la herida una mayor o menor acumulación de elementos nutritivos elaborados por las hojas, agua, reguladores de crecimiento y de otros compuestos que circulan por el floema (Espinoza, 2007).

### **3. LOCALIZACIÓN**

#### **3.1. Ubicación**

El presente trabajo se realizó en la provincia Loayza, municipio de Luribay en la comunidad de Porvenir, cantón Villa San Juan, ubicada en el departamento de La Paz. Geográficamente ubicado a 17°01'51" latitud sur y 67°33'34" longitud oeste y a una altura de 2764 m.s.n.m. (Huanca, 2013).

#### **3.2. Características generales del lugar de estudio**

Se encuentra en el Altiplano boliviano se caracteriza por presentar un paisaje de valles profundos, angostos, con montañas y serranías medias a altas (Mamani, 2006).

##### **3.2.1. Zona del valle**

En el valle la ocupación del espacio es diferente, los asentamientos humanos se concentran en las terrazas o planicies que se forman en el fondo de las quebradas, en los márgenes de los ríos Luribay y Porvenir (Villca, 2013).

Las comunidades del valle en su integridad están dispuestas a lo largo de las orillas del río, las viviendas son construidas cerca de los caminos y la tierra cultivable dispuesta en dirección del río, con el propósito de aprovechar las aguas del río con fines de riego (Villca, 2013).

##### **3.2.2. Condiciones de suelo**

Presenta suelos profundos a poco profundos, los tipos de textura son: franco arenoso, franco arcilloso limoso, franco arcilloso arenoso, franco arcilloso con grava y piedras en profundidad, su pH llega a ser neutro a suavemente alcalino (Trujillano, 2016).

##### **3.2.3. Condiciones climáticas**

El clima es muy variado desde sus altas montañas a sus valles profundos. En el sector de valles la temperatura media llega a 18°C, el invierno se presenta durante los meses de mayo, junio y julio; el verano se distingue por un régimen de lluvias más o menos

uniformes durante los meses de diciembre, enero y febrero; en el valle las estaciones no se distinguen con exactitud, pues allí reina una primavera continua, con ausencia de intensos fríos, pero durante los meses de octubre a diciembre se siente fuertes calores (Huanca, 2013).

El clima de esta región, presenta una precipitación promedio anual de 333 mm, de los cuales, diciembre a febrero son los meses en que mayor precipitación se registraron, por lo contrario junio y julio son los meses con menor precipitación registrada, la temperatura media anual es de 18°C, la temperatura máxima media es de 26,5°C y la temperatura mínima media de 10,8°C (Valdez, 2016).

### **3.3. Riesgos climáticos**

#### **3.3.1. Heladas**

Se presentan principalmente en las alturas o zona altiplánica, desde agosto a mayo y algunas veces hasta el mes de septiembre. En el valle es poco frecuente. Las heladas en la zona altiplánica afectan principalmente al cultivo de papa marchitando las hojas y se constituye en una limitante afectando en una baja producción; cuando se presenta en el valle el cultivo más afectado es el tomate (Huanca, 2013).

#### **3.3.2. Granizos**

Se presenta en distintos puntos, su intensidad es variable y muchas veces, dependiendo de su intensidad provoca daños a la agricultura de la zona. En el valle la ocurrencia de este fenómeno climático es menos frecuente y variable, pero cuando se presenta provoca daños a los frutales (Huanca, 2013).

#### **3.3.3. Mazamorras**

Estas se producen en la época de lluvias generalmente en los meses de diciembre hasta marzo, las cuales saturan de humedad los suelos de las partes altas, produciéndose los deslizamientos de grandes cantidades de suelo. Este es uno de los principales problemas, primero porque se produce la erosión de grandes extensiones de suelo y segundo que estas mazamorras afectan los caminos, dañan las plantaciones de frutales

y tierras con cultivos. La mayoría de las comunidades afectadas son todas aquellas que se encuentran en el valle (Choque, 2013).

### **3.3.4. Inundaciones**

Son muy frecuentes en el valle. En épocas de lluvia las riadas o crecientes de los ríos avanzan sobre las costas llevándose parte de las propiedades y provocando la pérdida de cultivo y frutales. Al igual que las mazamoras afectan a todas las comunidades del valle (Huanca, 2013).

## **3.4. Fauna y Flora**

### **3.4.1. Vegetación**

Según Valdez (2016) en la flora existente en la zona de los valles predominan aquellos cultivos introducidos y explotados para el comercio, como ser: vides, durazneros, manzanos, granados, y otros; en el caso de las hortalizas: vainitas, calabazas, guisantes, etc., y distintos tubérculos andinos en la zona alto andina. En la vegetación propia del lugar predominan bosques puneños *Depolylepis pacensis*, bosques freatofíticos de la prepuna (*Caesalpinia spinosa*, *Prosopis alba*), en la cuenca alta del río Luribay predomina vegetación arbustiva (*Prosopis andicola*), en la zona alto andina, la vegetación es de porte bajo, como ser: pajonales alto andinos de la puna húmeda sobre laderas, con suelos pedregosos.

### **3.4.2. Fauna**

Las especies de animales introducidas son: bovinos, ovinos, equinos, etc. y la fauna silvestre, que son consideradas como benéficas o perjudiciales para los cultivos y ganado como ser gato montes (*Leopardus sp*), huron (*Galictis vittata*), murciélago (varias especies), raton (*Oryzomys sp*), vizcacha (*Lagidium viscaccia*), zorro (*Canis culpeus*), colibrí (*Archilocus colubris*), loro (*Halborbynychus aymara*) entre otros como anfibios y variados insectos (Valdez, 2016).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Material vegetal**

- Plantas establecidas de durazno variedad Ulinecate blanco de 10 años de edad, dispuestas en un marco de plantación de 3 x 3.

#### **4.1.2. Material de campo**

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

- Navaja para anillar
- Vernier
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Cajas de madera de 12 kilos
- Carretilla
- Baldes 20L
- Pala
- Picota
- Rastrillo
- Brocha
- Planillas de registro
- Regla metálica
- Marbetes
- Sobre manila
- Marcadores

#### **4.1.3. Equipos**

- Mochila para fumigar capacidad 20L
- Mochila fumigadora en seco
- Balanza digital
- Refractómetro

#### **4.1.4. Materiales de gabinete**

- Computadora
- Software Infostat versión 2018
- Cuaderno de apuntes
- Material de escritorio en general

## **4.2. Metodología**

La duración de la campaña del cultivo de durazno fue de aproximadamente 8 meses (agosto a marzo) desde la prefloración hasta la cosecha, el período de postcosecha no se consideró en la evaluación de los tratamientos. La investigación fue de tipo experimental, para el cual se cumplió la siguiente metodología:

### **4.2.1. Selección y asignación de plantas (unidades experimentales)**

El ensayo se realizó en el período de agosto - 2016 a marzo - 2017, en una parcela de 21 m de ancho x 36 m de largo (756 m<sup>2</sup>), que se dividió en tres áreas para los tres bloques implementados, con un total de 84 plantones de duraznos.

Al seleccionar los árboles que serían evaluados se consideró que éstos fueran los más homogéneos en cuanto a su tamaño vegetativo de manera que se minimice la magnitud del error experimental ocasionado por la variación intrínseca de las unidades experimentales. De esta manera, se eligieron 21 árboles, de los cuales se seleccionaron al azar 7 unidades por cada bloque.

### **4.2.2. Limpieza de canal de riego**

El inicio de la campaña de cultivo se inicia con la limpieza de los canales de riego principalmente en torno a la parcela, que permite hacer más efectivo el uso del agua y asegurar homogéneamente la disponibilidad de agua a las plantas ya sea en el riego por inundación o para la época de lluvias, Este proceso llevo un día, limpiando de residuos, tierra, piedras, hojas, ramas y reconstruir los márgenes donde sea necesario para evitar desbordes.

### **4.2.3. Primer riego**

Seguidamente después de terminar la limpieza de los canales de riego se realizó el primer riego, este riego es para iniciar el periodo productivo, este primer riego se da de manera prolongada como por 4 – 5 horas, este riego se realizó el 15 de agosto.

#### **4.2.4. Abonado y choneteo**

Dos días después del primer riego se procedió a realizar el abonado, se realizó aplicando aproximadamente 15 Kg de estiércol ovino por planta, posterior a eso se realizó el mezclado del mismo con el choneteo (remoción del terreno).

#### **4.2.5. Primer anillado en las plantas (fase fenológica: botón floral)**

El primer anillado se realizó el 19 de agosto, con el primer riego aplicado se observó el hinchamiento de las yemas en las ramas del árbol y este fue el inicio de la fase de botón floral y botón vegetativo, el anillado en el tronco se realizó removiendo una franja continua alrededor del mismo a 10 cm por debajo de la inserción de las ramas y el anillado en las ramas se realizó alrededor de las mismas a 10 cm por encima de la inserción con el eje central, la incisión se hizo por medio de una navaja, para evitar alguna enfermedad se aplicó una solución de azufre en la herida, los tratamientos se identificaron con su respectivo marbete.

#### **4.2.6. Segundo anillado (fase fenológica: floración)**

El segundo anillado se realizó el 14 de septiembre, cuando los arboles de durazno presentaban más del 50% de floración, después del anillado se cubrió con una solución de azufre para evitar alguna enfermedad fungosa en la incisión, se identificó a los tratamientos donde se realizó anillado en ramas y en el tronco.

#### **4.2.7. Tercer anillado (fase fenológica: cuajado del fruto)**

Se realizó el 23 de septiembre de 2016, este anillado se aplicó cuando los frutos ya tenían 1 cm de diámetro polar, en esta etapa se encontraba en la segunda fase del crecimiento del fruto, después del anillado se aplicó la solución de azufre y se identificó las mismas.

#### **4.2.8. Manejo fitosanitario**

Se realizó la aplicación de azufre mediante una mochila fumigadora de polvo seco, la aplicación del azufre se dio en horas de mañana aprovechando aun el rocío para que el azufre penetrara en las hojas de las plantas, este azufrado se aplicó solo una vez el 23 de noviembre de 2016, cuando los frutos se encontraban en pleno crecimiento.

El manejo fitosanitario fue especialmente contra las siguientes enfermedades, tiro de munición, oídio y mildiu, se utilizó productos agroquímicos para su control respectivo, se aplicó en dos oportunidades en todo el ciclo productivo (3 de noviembre y 6 de diciembre), se utilizaron los productos: Vertimec, Priorixtra, Fetrlon combi, Basfoliar, para este fumigado se utilizó mochilas fumigadoras a motor de 20L de capacidad.

#### **4.2.9. Manejo de riego**

Después del primer riego, se aplicó tres riegos más, el segundo riego fue el 19 de septiembre de 2016, el riego se aplicó en horas del atardecer, cuando se efectúa el riego no se puede ingresar a la parcela por el lapso de dos días; el tercer riego por inundación se aplicó el 27 de octubre; el cuarto y último riego se aplicó el 4 de diciembre del 2016, en horas de la tarde.

#### **4.2.10. Control de malezas**

El control de malezas se realizó manualmente mediante carpidas permanentes simultáneamente al riego, manteniendo limpio el cultivo durante todo su ciclo, se realizó de forma manual con chontas y con podadoras para el corte de las malezas.

#### **4.2.11. Cosecha**

Se realizaron en el mes de febrero, la cosecha se realizó de forma manual utilizando baldes para su recolección desde el árbol, en total se realizaron 6 cosechas en las siguientes fechas: primera cosecha 06 de febrero, 08 de febrero, 13 de febrero, 16 de febrero, 19 de febrero y la última cosecha fue el 23 de febrero de 2017.

En la cosecha se separó la producción por tratamiento y por bloques, la producción se pesó y cuantificó, por tratamiento y por bloques.

### **4.3. Análisis estadístico**

#### **4.3.1. Diseño experimental**

Para la evaluación de este trabajo de investigación se empleó el diseño experimental de Bloques al Azar con arreglo bi-factorial; donde el Factor A corresponde al anillado en el durazno, y el Factor B corresponde a las distintas fases fenológicas del durazno.



El modelo lineal para un diseño en bloques al azar bifactorial viene dado por la siguiente ecuación (Fernández, 2010):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \varepsilon_{(ijk)}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación cualquiera.

$\mu$  = Media general del experimento.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo bloque.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo anillado.

$\gamma_k$  = Efecto del k-ésimo fases fenológicas del durazno.

$(\alpha\gamma)_{ik}$  = Interacción entre el i-ésimo anillado con el j-ésimo de las fases fenológicas del duraznero.

$\varepsilon_{(ijk)}$  = Error experimental

#### 4.4. Distribución de los tratamientos

El diseño bajo el cual se estableció el trabajo de investigación fue el diseño de bloques al azar con un arreglo bifactorial más un testigo ( $2 \times 3 + 1$ ). El tratamiento testigo no tuvo la aplicación del anillado y asumió un sistema de manejo convencional como los otros tratamientos. Esto conformo 7 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, todos los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente.

**a) Testigo: sin anillar**

**b) Factor A: Anillado**

**a1:** Anillado en el tronco

**a2:** Anillado en rama

**c) Factor B: Fases fenológicas del durazno**

**b1:** botón floral

**b2:** floración

**b3:** cuajado del fruto

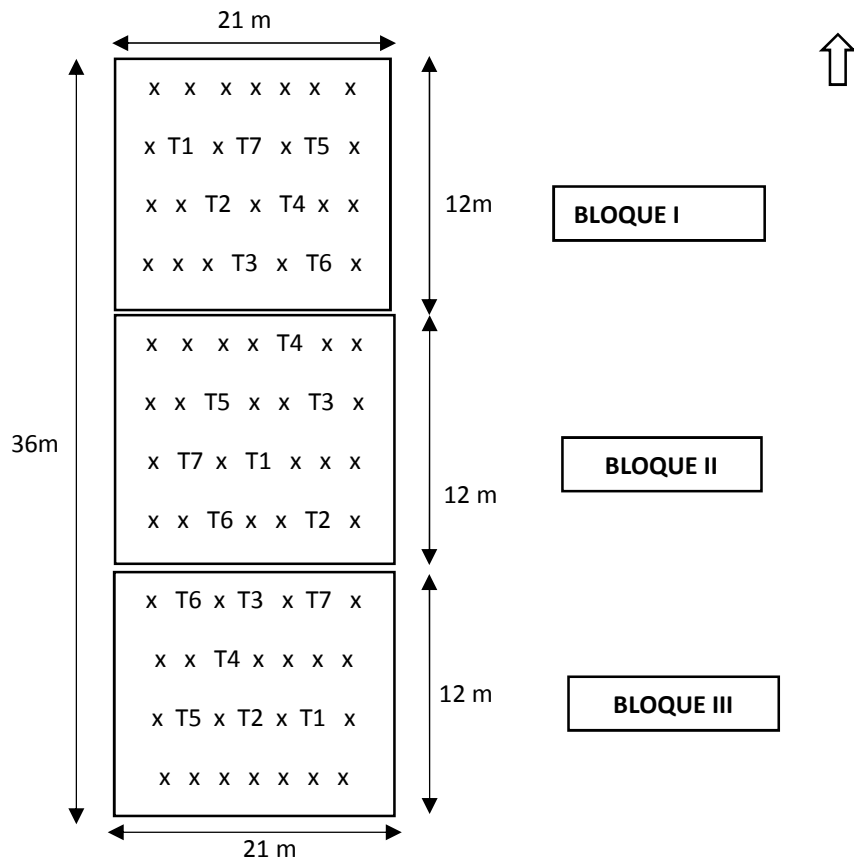
El cuadro 2 presenta las distintas combinaciones que se realizó para obtener los tratamientos.

**Cuadro 2. Combinación de los factores de estudio**

TRATAMIENTOS		
T1	a1*b1	Anillado en tronco + botón floral
T2	a1*b2	Anillado en tronco + floración
T3	a1*b3	Anillado en tronco + cuajado
T4	a2*b1	Anillado en rama + botón floral
T5	a2*b2	Anillado en rama + floración
T6	a2*b3	Anillado en rama + cuajado
T7	TESTIGO	Sin anillar

#### 4.5. Croquis experimental

La figura 1 presenta el croquis experimental y la distribución de las unidades de estudio, contando con un área aproximada de 756 m<sup>2</sup>.



**Figura 1. Distribución de las unidades experimentales**

## **4.6. Variables de respuesta**

### **4.6.1. Variables para el rendimiento de frutos**

#### **a) Número de frutos por planta**

Esta variable fue medida por conteo directo de todas las cosechas, sumando además los frutos caídos de cada tratamiento y de todas las cosechas.

#### **b) Número de frutos comerciales por planta**

Se realizó por conteo directo después de cada cosecha, se contabilizó por separado y seleccionando todos los frutos con características físicas aceptables para el mercado comercial en fresco de cada tratamiento y de cada bloque.

#### **c) Peso total de frutos por árbol**

La producción se midió por el pesado directo después de la cosecha de cada árbol/tratamiento, para esta variable se sumó el peso de los frutos comerciales y el peso de los frutos no comerciales, se midió en kilogramos.

#### **d) Peso total de frutos comerciales por árbol**

La producción se midió por el pesado directo después de la cosecha de cada árbol/tratamiento, para esta variable se sumó el peso de los frutos comerciales y el peso de los frutos no comerciales, se midió en kilogramos.

### **4.6.2. Variables de la calidad de la cosecha**

Se seleccionaron 10 frutos al azar por tratamiento y por cosecha; se determinaron los parámetros de calidad como peso, diámetro ecuatorial, sólidos solubles totales y color.

#### **a) Diámetro del fruto**

Se determinó diámetro ecuatorial con un calibrador manual (vernier); se midió los frutos de cada tratamiento y de cada cosecha en centímetros.

### **b) Peso del fruto**

El peso se determinó con pesada en fresco de cada fruto, se pesó en la balanza digital comercial, la medida fue en gramos.

### **c) Color del fruto**

Para la medida de la superficie coloreada, se estableció la siguiente categoría:

1. hasta  $\frac{1}{4}$  coloreado
2. de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  coloreado
3. de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  coloreado
4.  $>\frac{3}{4}$  coloreado

Esta variable fue tomada visualmente, tomando en cuenta la categoría planteada.

### **d) Contenido de solidos solubles**

La medición de solidos solubles corresponde principalmente a carbohidratos representados por glucosa, fructuosa y sacarosa, esta medición se realizó utilizando el refractómetro portátil manual, la finalidad de este instrumento es medir la densidad del jugo del fruto, lo mide en grados Brix; de los frutos seleccionados se obtuvo el jugo, situando la gota de jugo en el prisma del refractómetro.

## **4.6.3. Variables para la foliación y ramificación de la planta**

### **a) Número de hojas**

Se realizó el conteo de manera visual las hojas de una brindilla previamente señaladas.

### **b) Longitud de brindilla vegetativa**

Se seleccionaron brindillas de cada tratamiento en el inicio de la metodología planteada, estas se midieron con un flexómetro y al finalizar el estudio se realizó nuevamente la medición, la diferencia de esta medida fue el crecimiento de longitud de las brindillas, se midió en centímetros.

#### 4.6.4. Variables económicas

##### a) Beneficio / costo

Para realizar el análisis económico se calculó el beneficio bruto expresado en Bs/tratamiento. También se realizó el beneficio/costo, lo cual nos indica la rentabilidad del ensayo.

Ingreso Bruto = Rendimiento \* Precio

Ingreso Neto = Ingreso Bruto – Costo de producción

Relación Beneficio / Costo = Ingreso Bruto / Costo de producción.

Si la relación B/C es menor a la unidad indica que no existe beneficio económico por tanto se atribuirá que el cultivo no es rentable, y si es igual a la unidad muestra que los ingresos logran cubrir solo los costos de producción. Y si el B/C es mayor a la unidad nos muestran que los ingresos son mayores a los gastos de producción y por tanto nos mostrara que el cultivo es rentable.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos planteados sobre el efecto del anillado sobre el rendimiento, calidad y maduración de los frutos del durazno, se obtuvieron los siguientes resultados.

### 5.1. Número total de frutos por árbol

El análisis de varianza realizado para el número de frutos por árbol (Cuadro 3), muestra que existe diferencia en el factor de fases fenológicas, lo que demuestra que este factor tiene influencia significativa en el número total de frutos por árbol de duraznero.

Por otro lado, se observa que no existen diferencias significativas en los bloques, en el anillado, lo que nos da a entender que es indistinto aplicar el anillado en el tronco o las ramas, ya que de todas maneras existirá una interrupción en el transporte del floema.

Respecto a la interacción del anillado y las fases fenológicas al ser no significativa, indica que ambos factores actúan de forma independiente, en relación a esta variable.

El contraste de los factores y el testigo al ser no significativo, nos muestra que el testigo obtuvo valores similares en comparación a los factores aplicados en el estudio.

**Cuadro 3. Análisis de varianza para el número total de frutos por árbol**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	7826,38	2	3913,19	2,31	0,142 NS
Anillado	138,89	1	138,89	0,08	0,780 NS
Fases fenológicas	21650,78	2	10825,39	6,39	0,013 *
Anillado*fases fenológicas	3424,78	2	1712,39	1,01	0,393 NS
Factores vs testigo	3353,17	1	3353,17	1,98	0,185 NS
Error	20344,95	12	1695,41		
Total	56738,95	20			

CV = 16,50 % ; \* = Significativo al 5% ; NS = No significativo

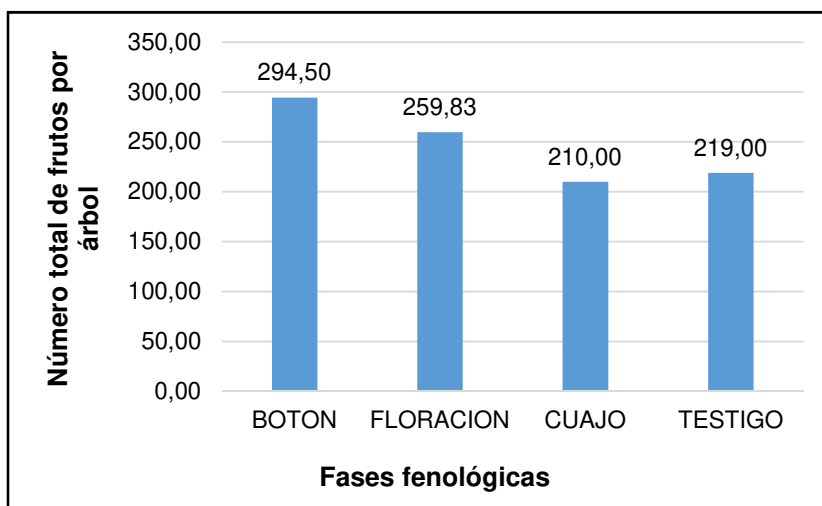
El coeficiente de variación es de 16,50 % este resultado indica que los datos manejados en el diseño experimental para el número total de frutos por árbol son confiables, debido a que se encuentra dentro del rango aceptable, que es menor a 30%.

Como existe diferencia significativa en el factor de fases fenológicas, se realizó la comparación de medias correspondiente.

**Cuadro 4. Comparación de medias de las fases fenológicas para número total de frutos por planta**

Fases fenológicas	Promedio (unidades)	Tukey
Botón floral	294,50	a
Floración	259,83	a b
Cuajo	210,00	b

En el cuadro 4 se observa la presentación de los promedios de cada fase fenológica, donde la aplicación del anillado ya sea en el tronco o en las ramas en el estado de botón floral fue la que formo el mayor número de frutos por árbol con un promedio de 294,50 frutos seguido por la aplicación del anillado en la etapa de floración con un promedio de 259,83 frutos y finalmente se tiene a la aplicación del anillado en la etapa del cuajo con un promedio de 210 frutos por árbol.



**Figura 2. Número total de frutos por planta**

En la etapa fenológica de botón floral el anillado tuvo mayor efecto en la capacidad de retención de frutos como se muestra en la figura 2 con un total promedio de 294,5 frutos, de la misma manera en la figura se muestra el número total de frutos que obtuvo el testigo con un promedio de 219 frutos por árbol, 75,5 frutos por debajo de la obtención de frutos en la etapa de botón floral; si bien el número de frutos totales del testigo está por debajo del anillado en la etapa de botón floral esta misma se encuentra por encima de la aplicación del anillado en la etapa fenológica del cuajo del fruto con una diferencia de 9 frutos a favor del testigo.

En el trabajo de Cabezas y Rodríguez (2010) menciona que esta variable se constituye en el factor de mayor influencia en el rendimiento final, esto indica que el anillado puede convertirse en una medida favorable para elevar el número de frutos retenidos por el árbol.

La cantidad de frutos en los árboles anillados fue mayor en la aplicación del anillado en el botón floral con respecto al testigo, el resultado puede ser atribuido a que la interrupción del floema del tallo mediante el anillado impidió el paso de los carbohidratos, nutrimentos y hormonas hacia las raíces, con lo que se provocó una redistribución de ellos, tendiendo a utilizarse en la parte aérea, con lo que se promovió un mayor amarre de fruto y se redujo su abscisión.

En el trabajo realizado por Moyano, *et al.* (2011) en durazneros detalla que la práctica de anillado permitió aumentar la carga por planta, cosechando fruta de buen tamaño y peso, así también muestra que con el testigo tuvo mayor número de frutas aunque de menor tamaño y peso por unidad, esto promovió una mayor productividad, siendo los frutos producidos más pequeños y de baja aceptación entre los consumidores.

Según Guzman (2014), el número de frutos por ramilla es el resultado de los procesos vegetativos y reproductivos que acontecen a lo largo de un ciclo bienal. El mismo autor indica que al acumularse en la parte superior del anillo la savia elaborada, se incrementa la diferenciación de yemas, acelera la floración y aumenta la fructificación del sector donde la incisión se realizó, a diferencia de lo observado en la presente investigación (Cuadro 3) los tratamientos con anillado en tronco y ramas, y el testigo no mostraron



diferencias significativas entre sí, que pudiese hacer pensar que el anillado mejora la estructura floral y producción de fruta en duraznos

## 5.2. Número de frutos comerciales por planta

En el cuadro 5 se muestra el análisis de varianza realizado a la variable de frutos comerciales por árbol, se observa que existen diferencias significativas en el factor de fases fenológicas.

Por otro lado los bloques, el factor del anillado, la interacción del anillado con las fases fenológicas y el contraste de los factores y el testigo no muestran diferencias significativas en el análisis de varianza, lo que nos lleva a la conclusión de que la cantidad de frutos comerciales por árbol está influenciado solo por las fases fenológicas.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para el número de frutos comerciales por árbol**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	8658,00	2	4329,00	2,44	0,130 NS
Anillado	46,72	1	46,72	0,03	0,874 NS
Fases fenológicas	17834,78	2	8917,39	5,02	0,026 *
Anillado*fases fenológicas	3950,78	2	1975,39	0,90	0,431 NS
Factores vs testigo	5194,29	1	5194,29	2,92	0,113 NS
Error	21326,00	12	1777,17		
Total	57010,57	20			

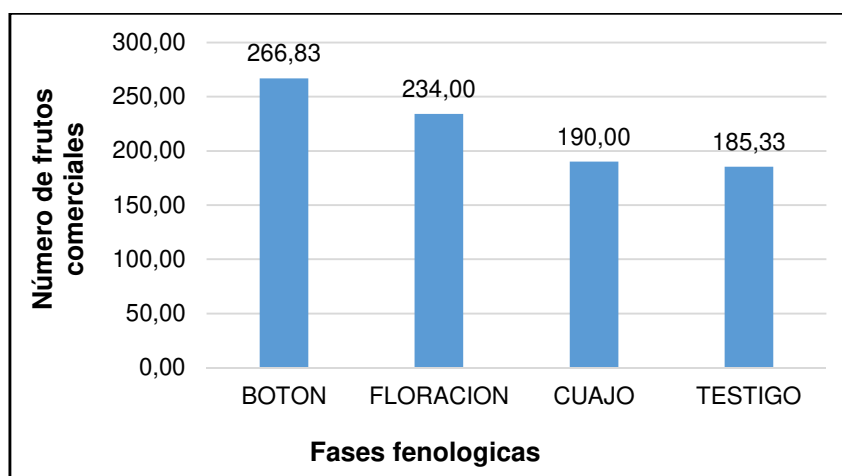
CV = 18, 83% ; \* = Significativo al 5% ; NS = No significativo

El coeficiente de variación es de 18, 83% este resultado indica que los datos manejados en el diseño experimental para el número de frutos comerciales por planta son confiables, debido a que se encuentra dentro del rango aceptable que es menor a 30%.

**Cuadro 6. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable de número de frutos comerciales por planta**

Fases fenológicas	Promedio (unidades)	Tukey
Botón floral	266,83	a
Floración	234,00	a b
Cuajo	190,00	b

En el cuadro 6 se muestran los promedios de las distintas etapas de aplicación del anillado en las fases fenológicas del duraznero, teniendo como resultado de 266,83 frutos comerciales de la aplicación del anillado en la etapa del botón floral, en cuanto a la aplicación del anillado en la floración el promedio de frutos comerciales fue de 234, finalmente en el cuajo de 190 frutos comerciales.



**Figura 3. Número de frutos comerciales**

En la figura 3 se muestra la obtención de frutos comerciales, en la aplicación del anillado en las distintas fases fenológicas y en el testigo; el testigo obtuvo 185,33 frutos comerciales por árbol, debajo de las demás fases fenológicas pero no lo suficientemente para que sea significativo en el contraste de factores y el testigo, es apenas 5 frutos menos que la aplicación del anillado en la etapa del cuajo del fruto.

El número de frutos comerciales por árbol son el resultado de los frutos que quedan en el árbol luego de los procesos naturales de caída de frutos (debido a diferentes causas entre ellas hormonales, nutrimentales y climáticas), los que quedan en el árbol y que logran alcanzar los estándares de calidad requeridos para su comercialización, esta respuesta respalda lo expuesto por Carchi (2016) quien menciona trabajos donde se lograron incrementar significativamente la producción con el uso de anillado en naranja, durazno y ciruela.

La asignación y distribución de fotoasimilados (sustancias sintetizadas a partir del CO<sub>2</sub> y de la energía solar) que va desde las hojas y tallos hacia los órganos demanda, es tal vez el aspecto de mayor sensibilidad a la hora de definir la cantidad de frutos por árbol para lograr tamaños aceptables en el mercado.

Rodrigo (2014) muestra en su trabajo resultados similares en el número de frutos por árbol, es así que menciona que la cantidad y calidad de los frutos producidos por un árbol dependerá del número de flores, que a su vez depende del número de yemas de flor, por lo consiguiente un manejo que podría ser adecuado para aumentar la cantidad de frutos es el anillado de los árboles, que aumenta la inducción floral, el cuaje de frutos y el tamaño de frutos

### **5.3. Peso total de frutos por árbol**

En el análisis de varianza efectuado para la producción (cuadro 7), se puede advertir que existen diferencias estadísticas en la aplicación del anillado en las diferentes fases fenológicas del duraznero lo que indica que este influyo en el peso total obtenido por árbol, se muestra también que hubo significancia estadística en el contraste de aplicación del anillado y el testigo.

A diferencia de lo anterior se observa que los bloques, el lugar de aplicación del anillado y la interacción del anillado y las fases fenológicas no son significativos, todos estos no tuvieron influencia sobre la variable de peso total de frutos por árbol.

Se observa que el coeficiente de variación es de 13,87 % siendo este un valor aceptable dentro de los parámetros permisibles.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para el peso total de frutos por árbol**

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloques	1,96	2	0,98	0,29	0,757 NS
Anillado	1,24	1	1,24	0,36	0,559 NS
Fases fenológicas	118,84	2	59,42	17,32	0,000 *
Anillado*fases fenológicas	3,59	2	1,79	0,52	0,606 NS
Factores vs testigo	39,48	1	39,48	11,5	0,005 *
Error	41,19	12	3,43		
Total	206,29	20			

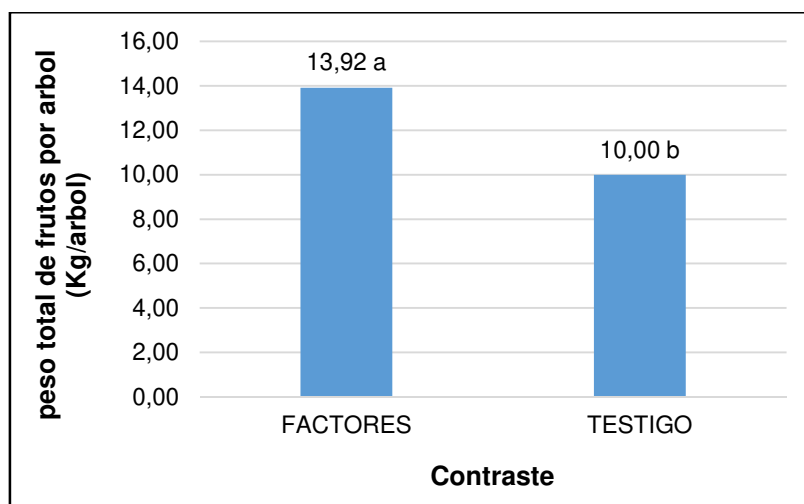
CV = 13,87 % ; \* = Significativo al 5% ; NS = No significativo

Al realizar el análisis de varianza se muestra significancia en las fases fenológicas y en el contraste de factores con el testigo, se realizó la comparación de medias correspondiente.

**Cuadro 8. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable de peso total de frutos por planta**

Fases fenológicas	Promedio (Kg)	Tukey
Cuajo	17,20	a
Floración	13,63	b
Botón	10,93	b

De acuerdo al cuadro 8, se observa que se llegó a obtener mejores resultados con la aplicación del anillado en la fase fenológica del cuajo del fruto con 17,20 kg de frutos por árbol, mientras que la aplicación del anillado en las fases fenológicas de floración (13,63 kg/árbol) y botón floral (10,93 kg/árbol) no mostraron diferencias estadísticas.



**Figura 4. Peso total de frutos por árbol**

En la figura 4 se observa las diferencias estadísticas de medias que se obtuvieron a raíz del análisis de varianza, donde mostraba diferencias significativas entre los factores versus el testigo. La media de los factores es de 13,92 kg de frutos por árbol, el testigo tiene como media de 10,00 kg de frutos por árbol.

Según Caballero (2002) los rendimientos promedios para el cultivo de duraznero en huertos según densidad de plantación de 500 plantas/ha en Bolivia a partir del 5 año de producción se obtiene como 50 Kg de frutos por planta a partir del 5 año la producción se estabiliza, que a diferencia de esta investigación la producción obtenida esta por muy debajo de la producción nacional, solo con 13,92 kg/planta en el anillado en las fases fenológicas y apenas 10 kg/planta en los tratamientos testigo.

Sin embargo Tantani (2007) en su diagnóstico en el cultivo del durazno tradicional en la provincia Loayza obtuvo 11335,1 Kg/Ha, es decir que la producción es de 13,60 kg/árbol en esta provincia, resultado similar a la que se obtuvo en este trabajo de investigación donde el peso del testigo es de 10 kg/árbol, mientras que los factores estudiados (anillado y fases fenológicas) se obtuvo 13,92 Kg/árbol, 3,92 Kg/ árbol encima del testigo estudiado y 0,32 Kg/ árbol del diagnóstico de Tantani (2007)

Este resultado se debe probablemente al factor climático; es un factor limitativo en el desarrollo productivo de frutales y especialmente en el duraznero, ya que es quien

determina la adaptabilidad y comportamiento de especies frutales, estos factores están relacionados básicamente con la temperatura, precipitación, presencia de heladas, granizadas y factores tan importante como las Horas Frío, quienes determinaran una abundante o pobre floración y consecuentemente también contribuyen en el proceso de crecimiento y maduración de frutos para poder lograr un buen rendimiento en los durazneros (Coca, 2009).

Tales diferencias en el peso pueden estar asociadas a la modificación de flujos de carbohidratos y de compuestos nitrogenados, que el anillado provocó, se haya almacenado en mayores concentraciones en la parte superior al sitio del anillado, y que facilitó que el fruto lograra mayor crecimiento. El anillado también pudo haber promovido acumulación de auxinas sintetizadas en la parte superior, las cuales estimulan la expansión celular además permitir una mayor acumulación de agua en los tejidos, para así inducir aumentos en el peso y tamaño del fruto.

#### **5.4. Peso total de frutos comerciales por planta**

El análisis de varianza efectuado para la variable de peso total de frutos comerciales (cuadro 9), se evidencia que existen diferencias significativas en el factor de aplicación del anillado en las distintas fases fenológicas, lo que indica que este influyo en la obtención del peso de frutos comerciales; también existe diferencia significativa en los factores vs testigo.

En el factor del lugar de aplicación del anillado, en los bloques y la interacción de anillado y fases fenológicas no son significativos, es decir que no tuvieron influencia en la obtención de esta variable.

El coeficiente de variación es de 14,88%, resultado que se encuentra dentro del rango permitido.

**Cuadro 9. Análisis de varianza para peso total de frutos comerciales por árbol**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	1,33	2	0,67	0,19	0,830 NS
Anillado	0,82	1	0,82	0,15	0,704 NS
Fases fenológicas	124,40	2	62,20	11,52	0,002 *
Anillado*fases fenológicas	4,64	2	2,32	0,43	0,660 NS
Factores vs testigo	36,83	1	36,83	10,73	0,007 *
Error	41,20	12	3,43		
Total	209,22	20			

CV = 14,88% ; \* = Significativo al 5% ; NS = No significativo

Como se evidencio significancia en el análisis de varianza se realiza la comparación de medias de los correspondientes.

**Cuadro 10. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable del peso total de frutos comerciales por planta**

Fases fenológicas	Promedio (Kg/planta)	Tukey
Cuajo	16,25	a
Floración	12,92	b
Botón	9,81	c

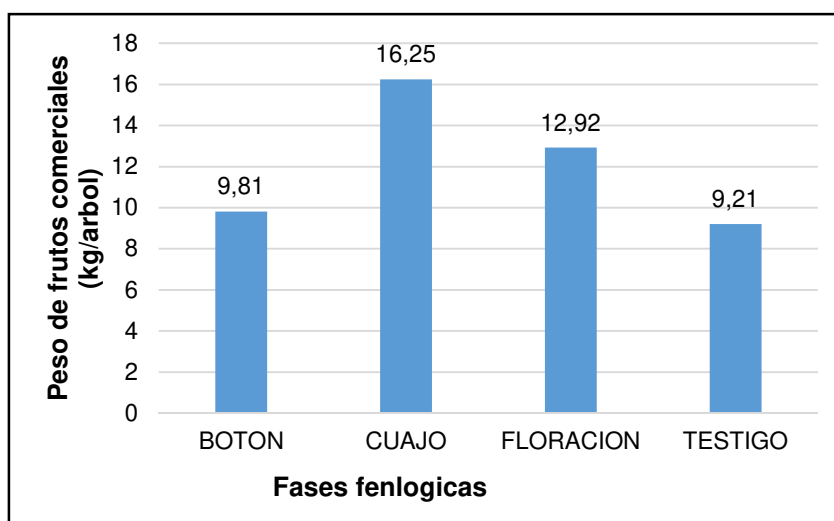
En el cuadro 10 se obtuvo la comparación de medias con la prueba de Tukey, se observa que se obtuvo mayor rendimiento en la aplicación del anillado en la etapa fenológica del cuajo del fruto con 16, 25 kg/árbol, seguido por la aplicación del anillado en la floración y en el botón floral con 12,92 kg/árbol y 9,81kg/árbol respectivamente.

Como se obtuvo diferencia significativa en el contraste de los factores y el testigo, se realizó la comparación de medias para esta variable como se muestra en el cuadro 11.

**Cuadro 11. Comparación de medias del contraste para la variable del peso total de frutos comerciales por planta**

Contraste	Promedio (Kg/planta)	Tukey
Factores	12,99	a
Testigo	9,21	b

En el cuadro 11 se observa la comparación de medias que se realizó con la prueba de tukey dando un mejor resultado de 12,99 Kg/planta en los factores, mientras que el testigo solo obtuvo 9,21 Kg/planta; el testigo obtuvo 3,78 Kg/planta menos que los factores, estas diferencias estadísticas del promedio se observan en la figura 5.



**Figura 5. Peso de frutos comerciales**

En la figura 5 se muestra los resultados obtenidos en la variable de pesos de frutos comerciales, se observa que el promedio mejor dado para el peso (Kg/árbol) fue de la aplicación del anillado en la etapa fenológica del cuajo con 16,25 Kg/árbol, seguido por el anillado en la floración con 12,92 Kg/árbol, el tercero fue el anillado en la etapa de botón floral con 9,81 Kg/árbol y finalmente se tiene al testigo con apenas 9, 21 Kg/árbol; la diferencia entre el cuajo y el testigo es de 7,04 kg/árbol.



Con estos resultados se predice que la práctica de anillado permitió aumentar la carga por planta, cosechando fruta de buen tamaño y peso, además proporcionó mayor número de frutos cosechados. La práctica de anillado provocó aumento en el tamaño de fruta e incremento en la producción de durazneros tempranos, así lo muestra también Moyano, *et al.* (2011) en su trabajo de investigación.

Estas respuestas se pueden atribuir a una mayor carga frutal a nivel de brote que produce una mayor competencia por asimilados entre frutos y otras estructuras u órganos sumideros de la planta. Por lo que, en este caso, la distribución de asimilados se concentró principalmente hacia los frutos, por su alta prioridad de locación. Asimismo, una mayor carga frutal en el brote de duraznero provocó también una menor disponibilidad de asimilados por fruto, generando frutos de menor tamaño citado en por Meza (2007).

Guzmán (2014) señala que el anillado en la corteza de troncos y ramas aumenta el cuajado, debido a la acumulación de carbohidratos y fitohormonas por encima de la incisión. Esto debido a que se interrumpe el transporte floemático hacia las raíces, el mismo autor indica que la ejecución de la incisión de corteza desde antesis hasta el final de la caída fisiológica, provoca un estímulo del crecimiento inicial del fruto, dando lugar a un retraso en la abscisión de frutitos en desarrollo y un aumento del número de los que persisten en el árbol. A lo observado en este trabajo, donde el anillado tanto en el tronco como en las ramas afectó la producción (Kg/árbol) puesto que hubo diferencias significativas en los tratamientos de las fases fenológicas.

### **5.5. Diámetro del fruto**

Según el análisis de varianza efectuada para el diámetro del fruto (cuadro 12), existe diferencia significativa en la aplicación del anillado en las distintas fases fenológicas, lo que indica que este factor tuvo influencia en el diámetro del fruto.

No existen diferencias significativas en los bloques, en la ubicación del anillado, la interacción del anillado con las fases fenológicas y en el contraste de factores con el testigo.

El coeficiente de variación es de 14,75% este resultado indica que los datos manejados en el diseño experimental para el diámetro ecuatorial del fruto son confiables, debido a que se encuentra dentro del rango aceptable que es menor a 30%.

**Cuadro 12. Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,04	2	0,02	0,40	0,677 NS
Anillado	0,17	1	0,17	3,40	0,090 NS
Fases fenológicas	7,13	2	3,56	71,20	0,000 *
Anillado*fases fenológicas	0,14	2	0,07	1,40	0,284 NS
Factores vs testigo	0,07	1	0,07	1,35	0,268 NS
Error	0,65	12	0,05		
Total	8,21	20			

CV = 14,75% ; \* = Significativo al 5% ; NS = No

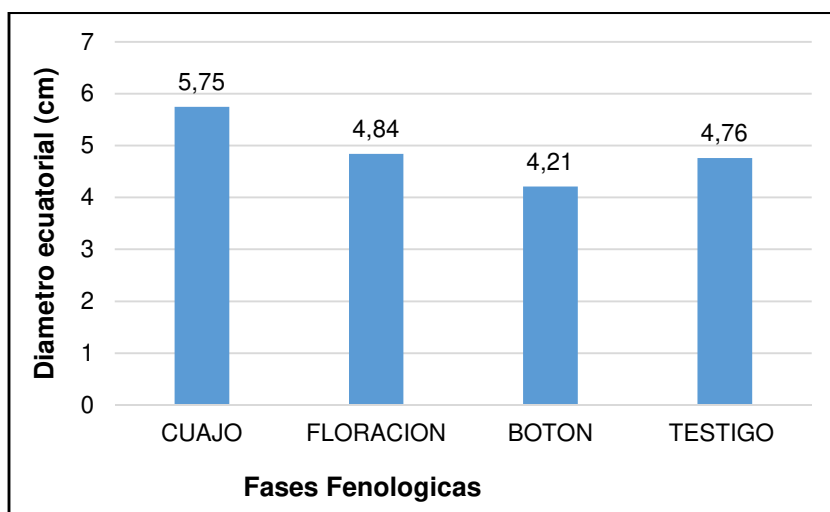
En el análisis de varianza se mostró diferencia significativa en la aplicación del anillado en las fases fenológicas, a este factor se realiza la comparación de medias correspondiente.

**Cuadro 13. Comparación de medias para el factor de fases fenológicas para la variable del diámetro ecuatorial del fruto**

Fases fenológicas	Promedio (cm)	Tukey
Cuajo	5,75	a
Floración	4,84	b
Botón	4,21	c

En la prueba de tukey realizado a la variable de diámetro ecuatorial del fruto (Cuadro 13), muestra que en la aplicación del anillado en la etapa fenológica del cuajo se obtuvo un mejor resultado con 5,75 cm de diámetro ecuatorial, seguido por la aplicación del anillado en la etapa de la floración con un promedio de 4,84 cm y finalmente con 4,21 cm de diámetro ecuatorial en la etapa de botón floral.

En la figura 6 se observa los promedios obtenidos de diámetro ecuatorial del fruto en las distintas fases fenológicas y en el testigo.



**Figura 6. Diámetro ecuatorial del fruto**

En la figura 6 se pueden observar los resultados obtenidos en la presente investigación, cabe resaltar que un aspecto importante en la calidad del fruto es el diámetro; es así que los duraznos son valorados por su tamaño en el mercado de frutos frescos y los de gran tamaño alcanzan precios superiores en muchos mercados. El mejor diámetro obtenido fue el anillado en la etapa del cuajo con 5,75 cm de diámetro ecuatorial, a diferencia del diámetro de 4,21 cm del anillado en la etapa de botón floral, la diferencia es de 1,54 cm pero si comparamos con el testigo la diferencia es de 0,99 cm, estos resultados son similares a los obtenidos por Navarro (s.f.) que al realizar el anillado consiguió mayor tamaño del fruto de durazno, en el tratamiento con la aplicación del anillado obtuvo frutos de 50,90 mm (5,09 cm) y el tratamiento sin anillar obtuvo frutos de 44,56 mm (4,46 cm) de diámetro medio, la diferencia entre estos es de 6,36mm (0,63 cm).

La práctica del anillado en el durazno en base a los resultados obtenidos en esta investigación debe efectuarse antes del comienzo de la fase II de la curva de crecimiento de frutos, la mejor forma de predecir el momento óptimo es mediante el uso del largo de la semilla, ya que su crecimiento depende de la edad fisiológica y es independiente del tamaño del fruto y de las variaciones anuales en la carga del cultivo, los resultados fueron

similares al obtenido por Moyano, *et al.* (2011) que indica que el efecto del anillado fue óptimo cuando las semillas del durazno tuvieron de 9 a 12 mm de largo.

El anillado es una práctica que históricamente ha afectado tanto la calidad como el tamaño de los frutos en varias especies de frutales según Cabezas y Rodríguez (2010), la práctica es beneficiosa, siempre y cuando se efectuó en el cuajado del fruto, sin afectar el xilema de las ramas.

(Ariza, *et al.*, 2015) menciona que la práctica del anillado se ha utilizado en vid y en otros frutales como el mango, manzano, durazno y cítricos, para aumentar el amarre, tamaño y acelerar la maduración de frutos y promover la diferenciación floral. Resultados similares muestran las investigaciones de Podesta y Rodríguez (2017) para aumentar el tamaño de los frutos y adelantar la madurez en durazneros y ciruelos japoneses se recomienda anillar una a dos semanas antes de que comience el endurecimiento de carozo

El calibre de la fruta es uno de los principales parámetros de calidad que se exigen para la comercialización de esta fruta en fresco, siendo por esto muy importantes los manejos que ayuden a incrementar el tamaño del fruto. El tamaño dependerá de muchos factores que modifican el crecimiento del fruto, principalmente condiciones agroclimáticas, nutrición mineral, área foliar, el estado hídrico y prácticas culturales, donde frutos de buena calidad alcanzan precios superiores. Entonces la práctica del anillado permite aumentar el tamaño del fruto, siempre y cuando se realice en la etapa adecuada.

## **5.6. Peso del fruto**

En el análisis de varianza realizado para la variable del peso del fruto (cuadro 14), se puede observar que existe diferencia significativa en el factor de la aplicación del anillado en las diferentes fases fenológicas.

Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en los bloques, en el anillado, la interacción del anillado con las fases fenológicas y en el contraste de factor versus testigo.

El coeficiente de variación es de 13,34%, resultado que se encuentra dentro del rango permitido.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para el peso del fruto**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	388,17	2	194,08	1,85	0,200 NS
Anillado	6,28	1	6,28	0,06	0,811 NS
Fases fenológicas	5143,10	2	2571,55	24,50	0,000 *
Anillado*fases fenológicas	129,36	2	64,68	0,62	0,556 NS
Factores vs testigo	94,73	1	94,73	0,90	0,361 NS
Error	1259,26	12	104,94		
Total	7020,89	20			

CV = 13,34% ; \* = Significativo al 5% ; NS = No

Como se mostró que existen diferencias en el factor de fases fenológicas, se realiza la prueba de comparación de medias para este factor como se observa en el cuadro 15.

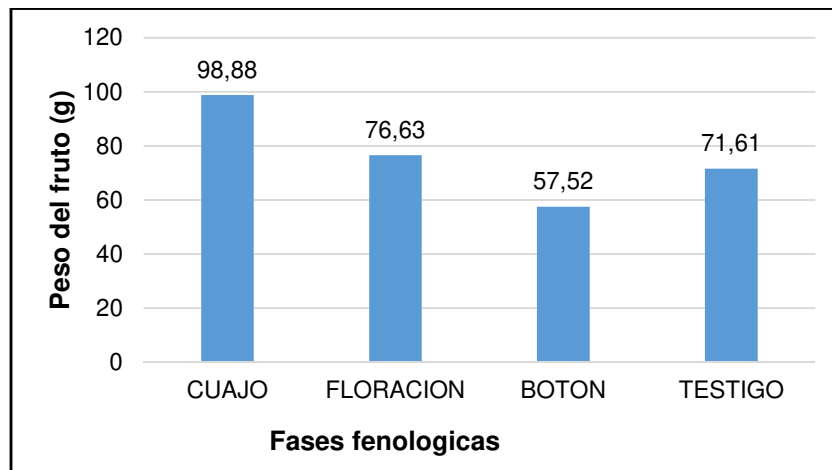
**Cuadro 15. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable peso del fruto (g)**

Fases fenológicas	Promedio (g)	Tukey
Cuajo	98,88	a
Floración	76,63	b
Botón	57,52	c

La prueba de Tukey para la variable del peso del fruto (g), nos muestra que realizando los anillados en las distintas fases fenológicas tienen influencia directa con el peso del fruto, demostrando que efectuando el anillado en la etapa del cuajado del fruto este tiene un mejor resultado con un promedio de 98,88 gramos, el segundo estadísticamente con mejores resultados en el peso del fruto con 76,63 gramos se encuentra el anillado en la fase fenológica de la floración, y por último se observa que el menor promedio obtenido

en el peso del fruto fue de la aplicación del anillado en la etapa del botón floral con solo 57,52 gramos.

En el anva realizado se observó que no existieron diferencias significativas en el contraste de los factores y el testigo; la figura 7 muestra estas diferencias estadísticas del factor de fases fenológicas comparándola con el testigo.



**Figura 7. Peso del fruto en gramos**

En la figura 7 se puede observar que existe una diferencia de 27,3 gramos en el peso del cuajo respecto al testigo, lo que permite deducir que la intervención del anillado promovió un aumento en la concentración de sustancias de reservas, lo que le permite al árbol por un lado, tener excelentes condiciones para que se produzca una mayor elongación celular en los tejidos del fruto y por otro lado, que las sustancias de reservas concentradas suplan también la demanda de alimento de los frutos. Los resultados obtenidos son similares al trabajo de Moyano, et al. (2011) donde indica que la práctica de anillado adelantó la maduración de la fruta y mejoró la calidad, al proporcionar frutos de buen calibre, peso y alto contenido de sólidos solubles totales.

Como a los productores les interesa tener altos rendimiento de fruta, lo que es función de la calidad de los frutos, principalmente del peso de los mismos, la firmeza de pulpa y el contenido de azúcares, resulta importante identificar técnicas y una de estas técnicas que se pueden utilizar es la del anillado en la corteza que sólo busca provocar una interrupción momentánea del flujo floemático, cuya principal utilidad es favorecer el cuajado de las

flores a caída de pétalos. La cicatrización puede tardar unas tres o cuatro semanas esperando inducir una redistribución de fotoasimilados dentro del duraznero. El efecto del anillado en la corteza puede aprovecharse para aumentar la floración y aumentar el cuajado o para incrementar el tamaño de los frutos (Guzman, 2014).

Un factor de gran importancia, en la determinación del rendimiento productivo y del tamaño final alcanzado por la fruta, es la competencia entre órganos en desarrollo. Es decir que cuanto mayor es el número de frutos, mayor es la competencia entre ellos, tanto por elementos minerales como por productos de la fotosíntesis, lo que limita sus posibilidades de crecimiento, y por consiguiente, su tamaño final.

### 5.7. Color del fruto

En el análisis de varianza que se realizó para la variable del color del fruto (cuadro 16), se mostró que no se mostraron diferencias significativas, lo que nos lleva a la conclusión de que el color del fruto no depende de ningún factor estudiado como los bloques, el lugar del anillado, la aplicación del anillado en las fases fenológicas, interacción del anillado y las fases fenológicas ni el contraste de factores y el testigo.

**Cuadro 16. Análisis de varianza para el color del fruto**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,38	2	0,19	2,40	0,13 NS
Anillado	0	1	0,00	0,00	1,00 NS
Fases fenológicas	0,44	2	0,22	2,75	0,10 NS
Anillado*fases fenológicas	0	2	0,00	0,00	1,00 NS
Factores vs testigo	0,03	1	0,03	0,40	0,54 NS
Error	0,95	12	0,08		
Total	1,81	20			

CV = 14,79% ; \* = Significativo al 5% ; NS = No significativo

En el anva realizado (cuadro 16) nos muestra que no existe significancia en la variable de color del fruto, quizá esto se debe a la poca exposición de los frutos al sol, también

puede deberse a que no se realizó el raleo de hojas para que el fruto coloree adecuadamente, los resultados obtenidos son muy diferentes a los que obtuvieron los autores Podesta y Rodriguez (2017) en su investigación, la fruta del durazno tuvo un marcado adelanto de la coloración, que además fue rojo más intenso y cubrió entre el 85% y 100% del fruto.

El color y la ausencia de defectos visuales son aspectos importantes de calidad para el consumidor; el color está determinado por la exposición a la luz durante el crecimiento del fruto.

La apariencia es uno de los parámetros de calidad más importantes, ya que el consumidor compra “con los ojos” basado en su primera impresión. Ésta comprende una serie de atributos como tamaño, forma, brillo y color percibidos principalmente por la vista.

Durante la maduración presenta pérdida del color verde de la epidermis y adquiere tonalidades rojizas/amarillas, por degradación de clorofilas y biosíntesis de antocianinas y carotenoides; también presenta aumento en el contenido de azúcares solubles, emisión de compuestos volátiles y actividad antioxidante, disminución en el contenido de ácidos orgánicos, firmeza y almidón. La coloración del fruto de durazno depende de pigmentos como antocianinas y carotenoides. En correlación, a medida que el proceso de maduración avanza, los contenidos de clorofila disminuyen de manera significativa, mientras que el contenido de carotenoides y antocianinas aumenta. En la maduración, el fruto de durazno presenta un cambio en el color de fondo de la epidermis, el cual presenta una evolución de verde a rojo por degradación de clorofilas; en cuanto al color de recubrimiento este presenta un cambio de tonalidades amarillo verdoso a rojo, generalmente en respuesta a la acumulación de carotenoides y antocianinas (Africano, Almanza y Balaguera, 2015).

A medida que los frutos se acercan al final de su periodo de crecimiento, éstas registran cambios significativos en el producto final: Un fruto con un color atractivo, lo suficientemente suave como para ser palatable, dulce y jugoso con una acumulación de otros componentes que le dan un aroma y sabor característico propio, durante la maduración se observa disminución de la acidez, producción de volátiles, aparición de



los colores amarillos, anaranjados y rojizos (aumento de carotenoides y antocianinas), a medida que se degrada la clorofila, y disminución de la firmeza de pulpa, debido a la degradación de las pectinas y otros polisacáridos, que trae como consecuencia el incremento a la susceptibilidad al daño mecánico.

### 5.8. Contenido de sólidos solubles

Se realizó el análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles mostrado en el cuadro 17, existe diferencia significativa para el factor de la aplicación del anillado en las distintas fases fenológicas, lo que indica que hubo influencia de este factor sobre la variable del contenido de sólidos solubles.

En el caso de los bloques, el factor del anillado, la interacción del anillado y las fases fenológicas y el contraste de los factores con el testigo, el resultado fue de NS (no significativo).

El coeficiente de variabilidad es de 6,66%, indica que los datos son confiables por contar con un error reducido al tomar las mediciones.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para contenido de sólidos solubles**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	4,17	2	2,08	2,300	0,143 NS
Anillado	1,32	1	1,32	1,451	0,252 NS
Fases fenológicas	7,72	2	3,86	4,242	0,040 *
Anillado*fases fenológicas	1,99	2	1	1,099	0,365 NS
Factores vs testigo	7,10E-06	1	7,10E-06	0,000	0,998 NS
Error	10,87	12	0,91		
Total	26,07	20			

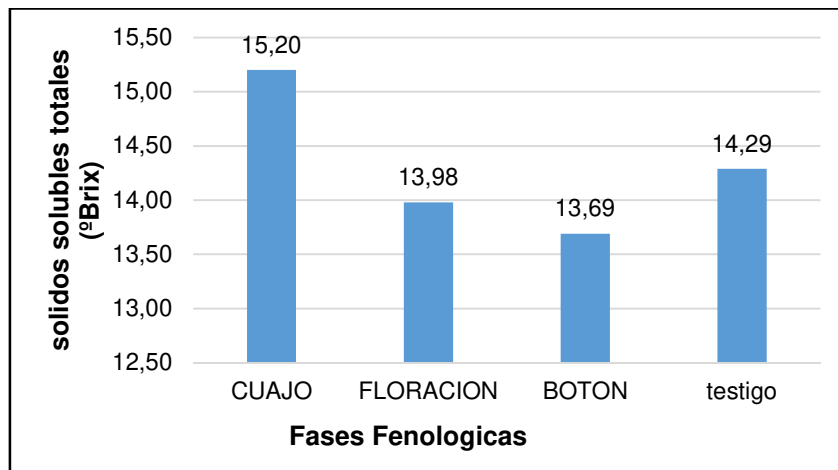
CV = 6,66% ; \* = Significativo al 5% ; NS = No significativo

Debido al análisis de varianza que muestra diferencia significativa en el factor de estudio de la aplicación del anillado en las fases fenológicas se realizó la comparación de medias, que se muestra en el cuadro 18.

**Cuadro 18. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable contenido de solidos solubles (° Brix)**

Fases fenológicas	Promedio (° Brix)	Tukey
Cuajo	15,20	a
Floración	13,98	a b
Botón	13,69	b

En la prueba de tukey realizado al factor de aplicación del anillado en las diferentes fases fenológicas, el mejor resultado se obtuvo con la aplicación del anillado en la fase de cuajado que alcanzo un promedio de 15,2 ° Brix, seguido por la aplicación del anillado en la etapa de la floración con 13,98 ° Brix y por último la aplicación en la etapa del botón floral con un contenido de solidos solubles de 13,69 °Brix.



**Figura 8. Solidos solubles (°Brix)**

En la figura 8 se muestra una comparación de solidos solubles totales de los factores de fases fenológicas con el testigo, en el anva realizado (cuadro 17) no se muestra diferencias significativas en el contraste; si bien no hubo significancia en el análisis de varianza se puede observar que observan diferencias en la cantidad de solidos solubles (°Brix), el anillado que se realizó en la fase fenológica del cuajo se obtuvo 15,20 °Brix,

seguido del testigo que tiene 14,29 °Brix, la diferencia entre ambos es de 0,91 °Brix, mientras que el anillado en la etapa de botón floral y en la floración los resultados obtenidos se encuentran por debajo del testigo y del anillado en el cuajo del fruto, los contenidos de azúcares solubles totales se han incrementado pero no de forma significativa, esta acumulación de azúcares solubles en la porción apical puede ser justificado por la obstrucción al flujo descendente de la savia elaborada y su acumulación arriba de la porción anillada, y también por la existencia de los puntos de crecimiento, tales como hojas y meristemas, que movilizan grandes cantidades de estos nutrientes.

Los resultados obtenidos no son similares al trabajo de Moyano, et al. (2011) donde indica que la práctica de anillado proporcione frutos de buen calibre, peso y alto contenido de sólidos solubles totales, menciona que obtuvo diferencias significativas en la cantidad de sólidos solubles totales, en cambio en esta investigación no mostraron tales diferencia significativas, esto debido probablemente a que la cantidad de azúcares y nutrimentos en el árbol fueron suficientes para que no existiera variación significativa en el fruto de los árboles tratados y el testigo.

### **5.9. Número de hojas**

La variable de número de hojas que se analizó se muestra en el cuadro 19, el cual presenta los resultados del análisis de varianza.

Los resultados que muestra el cuadro 19, indica que existe diferencias significativa en el contraste de los factores y el testigo.

El coeficiente de variación de 17,06% muestra que los valores empleados en el análisis quedan dentro del rango permitido e indica que los datos son confiables en el manejo de las unidades experimentales.

**Cuadro 19. Análisis de varianza para el número de hojas**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	72,74	2	36,37	2,490	0,125 NS
Anillado	32,32	1	32,32	2,211	0,163 NS
Fases fenológicas	97,16	2	48,58	3,323	0,071 NS
Anillado*fases fenológicas	27,45	2	13,73	0,939	0,418 NS
Factores vs testigo	84,85	1	84,85	5,800	0,033 *
Error	175,46	12	14,62		
Total	489,98	20			

CV = 17,06 % ; \* = Significativo al 5% ; NS = No significativo

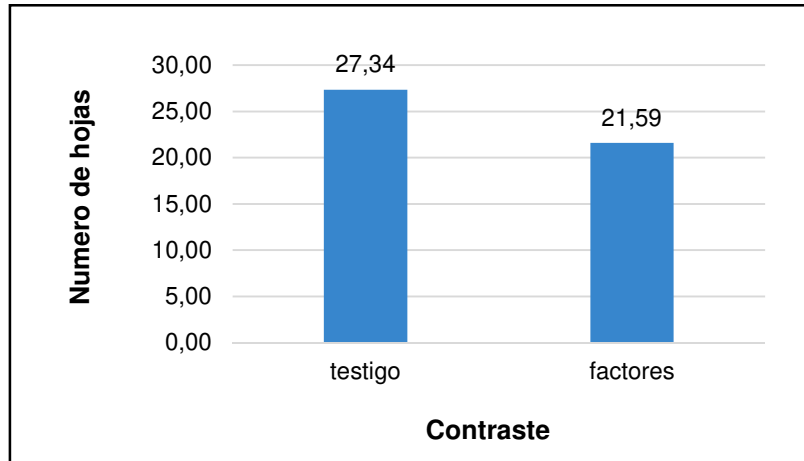
Para el contraste de los factores y el testigo se realizó la comparación de medias, como se muestra en el cuadro 20.

**Cuadro 20. Comparación de medias del factor de fases fenológicas para la variable número de hojas**

Contraste	Promedio (unidades)	Tukey
Testigo	27,34	a
Factores	21,59	b

En el cuadro 20 del resultado de comparaciones de medias, se observa que la mejor respuesta en relación al número de hojas lo obtuvo el testigo con una media de 27,34 hojas en una brindilla del árbol del duraznero, mientras la aplicación de los distintos factores en la investigación obtuvo una menor respuesta en el número de hojas con una media de 21,59 hojas en una brindilla.

Esta comparación de medias se muestra en la figura 9.



**Figura 9. Número de hojas**

En la figura 9 se muestra los resultados obtenidos en la investigación, se observa que es el testigo donde se tiene mayor cantidad de número de hojas, en cambio los factores (anillado y fases fenológicas) solo muestra un resultado de 21,59 hojas, la diferencia es de 5,75 hojas en una brindilla, lo cual señala, que la aplicación del corte realizado con el anillado debió afectar temporalmente el flujo de savia por el floema, causando acumulación de hormonas vegetales sintetizadas en zonas apicales de la parte aérea, y así alterar la inducción de los brotes o su diferenciación.

Esta práctica del anillado interrumpe la circulación de los vasos floemáticos, la interrupción del transporte producen modificaciones en el balance hormonal dentro de los árboles anillados, inmediatamente luego de efectuada la extracción de la corteza. Por encima del anillo se produce un incremento en la concentración de auxinas, aumentando el crecimiento de este sector. A su vez, produce también una fuerte disminución de esta hormona por debajo de la herida, lo que explica la inhibición de la actividad cambial. Estos cambios hormonales traen aparejada una senescencia anticipada de hojas y frutos, estos datos son parecidos a los obtenidos por Moyano, et al. (2011), por esta razón es que en los factores el número de hojas es menor a los arboles testigo, existió un anticipado caída de hojas.

Coca (2009) hace referencia que la relación C/N influye en el crecimiento y fructificación de la planta, pero la iniciación floral requiere la presencia de alguna sustancia hormonal

producida en las hojas y transportada hacia los meristemos axilares o apicales, que dan lugar a las yemas de flor, es decir que a menor cantidad de hojas en el duraznero no tendrá una buena producción frutal, por eso es recomendable realizar el anillado solo a aquellas plantas que se encuentran en un buen estado.

### 5.10. Crecimiento de brindillas vegetativas

Para esta variable se realizó el análisis de varianza (cuadro 21), se mostró que existen diferencias significativas en el contraste de factores y el testigo.

En los bloques, factor anillado, factor fases fenológicas y la interacción de anillado con las fases fenológicas, en el análisis de varianza se mostró que no existe diferencia significativa.

El coeficiente de variación para la variable es de 21,69%, valor que se encuentra dentro del rango normal.

**Cuadro 21. Análisis de varianza para el crecimiento de brindillas**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,57	2	0,28	1,150	0,350 NS
Anillado	0,48	1	0,48	0,040	0,845 NS
Fases fenológicas	0,48	2	0,24	0,020	0,980 NS
Anillado*fases fenológicas	0,73	2	0,37	0,031	0,970 NS
Factores vs testigo	4,51	1	4,51	18,200	0,001 *
Error	2,97	12	0,25		
Total	9,75	20			

CV = 21,69% ; \* = Significativo al 5% ; NS = No

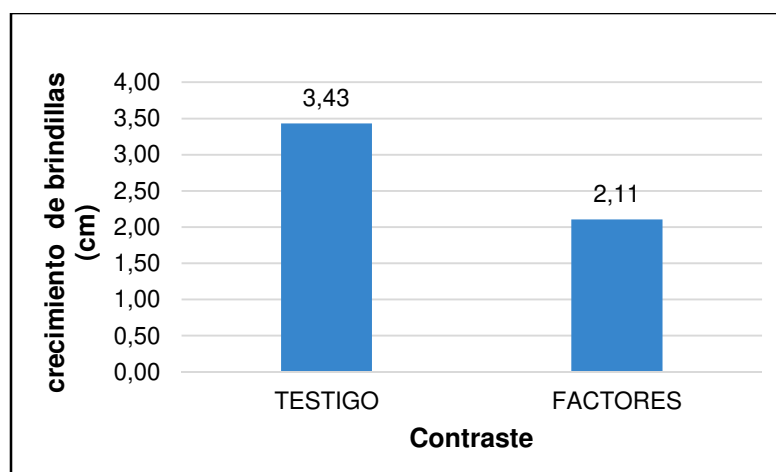
Al identificar que existe diferencia significativa en el contraste, se realiza la comparación de medias correspondiente.

**Cuadro 22. Comparación de medias del contraste de factor y testigo para la variable de crecimiento de brindillas**

Contraste	Promedio (cm)	Tukey
Testigo	3,43	a
Factores	2,11	b

En el cuadro 22 del resultado de comparaciones de medias, se observa que la mejor respuesta en relación al crecimiento de brindillas lo obtuvo el testigo con una media de 3,43 cm, mientras la aplicación de los distintos factores en la investigación obtuvo una menor respuesta con solo 2,11 cm de longitud de brotes vegetativos.

En la figura 10 se muestra estas diferencias gráficamente.



**Figura 10. Crecimiento de brindillas vegetativas**

En la figura 10 muestra gráficamente los resultados obtenidos, se observa que el testigo fue el tratamiento donde se obtuvo mayor crecimiento de las brindillas con 3,43 cm, mientras que los factores (anillado y fases fenológicas) solo tuvo un crecimiento de 2,11 cm, 1,32 cm por debajo del testigo, la disminución de crecimiento vegetativo pudiera deberse a la síntesis de ácido abscísico inducida por el etileno, esta hormona gaseosa promovida por el anillado aumentaría la cantidad de hormonas inhibitoras pero no de las

promotoras crecimiento (giberelinas y auxinas), lo que ocasionaría la modificación del crecimiento vegetativo, el anillado provocó inhibición del desarrollo de brotes.

Los resultados obtenidos señalan que se redujo de forma significativa el crecimiento promedio de las ramas anilladas en relación al testigo, por lo tanto se demuestra una clara disminución del crecimiento vegetativo, resultados similares obtuvo López (2003), quien además puntualizó que esta disminución en el crecimiento se debe al gran incremento de los niveles de carbohidrato y un fuerte descenso de nitrógeno en las ramas anilladas, lo que limita el crecimiento vegetativo.

Meza (2013) obtuvo similares resultados en su trabajo, donde observó que disminuyeron a lo largo de la temporada los brotes de los anillados. Asimismo, los brotes no anillados presentaron promedios más altos, esta respuesta podría deberse a la constante demanda de asimilados por parte de otros sumideros en la planta, tales como raíces, brotes apicales, frutos cercanos al brote y tejidos de reserva, que estimulan la actividad fotosintética.

### **5.11. Análisis económico**

El análisis económico de un experimento agrícola es de gran importancia, ya que el agricultor siempre estará interesado en el ingreso monetario, ya sea que produzca mucho o poco, pensando en el beneficio que tendrá, principalmente por la justificación, que pueda dar a la inversión realizada. Es en base a estos resultados que se podrá realizar recomendaciones válidas que puedan ser manejadas y empleadas por el agricultor.

El análisis económico, según los factores realizados, es reflejada en el cuadro 23, el cual nos permite obtener el beneficio/ costo de cada tratamiento, en función al costo total de producción y al rendimiento.



**Cuadro 23. Análisis económico**

TRATAMIENTO	Rdto de frutos comerciales (Kg/árbol)	diámetro ecuatorial (cm)	calidad de venta comercial	precio por 10kilos (cjas de madera)	ingreso bruto (Bs/árbol)	Costo de producción (Bs/árbol)	ingreso neto (Bs/árbol)	Relación beneficio/costo (B/C)
T1	9,31	4,18	tercera	80	74,48	73,10	-5,93	0,93
T2	13,43	5,01	segunda	110	147,77	73,10	67,36	1,84
T3	16,88	5,89	primera	130	219,45	73,10	139,04	2,73
T4	10,31	4,24	tercera	80	82,49	73,10	2,08	1,03
T5	12,41	4,67	tercera	80	99,31	73,10	18,89	1,23
T6	15,62	5,60	primera	130	203,05	73,10	122,63	2,52
T7	9,21	4,76	segunda	110	101,31	73,10	20,90	1,26

En el cuadro 23 se observa que el tratamiento tres (aplicación del anillado en el tronco en la etapa fenológica del cuajo) reporta una mejor relación beneficio/costo de 2,73 lo que indica que por cada 1 boliviano que se invierte se recupera 1,73 bolivianos.

Por otro lado se observa que en el caso del testigo la situación de la relación beneficio/costo es de 1,26 es decir que por cada 1 boliviano que se invierte se logra recuperar el 0,26 bs.

Los resultados obtenidos en relación al beneficio costo del tratamiento testigo son similares a los obtenidos por Tantani (2007), en su investigación menciona que la relación B/C, el productor tradicional recibe Bs. 0,25 más por cada boliviano invertido; mientras que Macias (2011) realizando investigaciones en el durazno variedad Ulinecate de Porvenir en el municipio de Luribay obtuvo un beneficio costo de 1,25 dato que es similar al obtenido al presente trabajo en el tratamiento testigo.

Para Caballero (2002) el cultivo de durazno, es una actividad agrícola de alto rendimiento por unidad de superficie, que puede cambiar las condiciones y características de orden técnico, económico y social que se presentan en el momento actual en los valles de Bolivia, el mismo autor en su investigación menciona que produciendo durazno, se puede obtener ingresos superiores a 9.000 \$us/ha/año. El mismo autor menciona que el país, la proporción de hogares que compra durazno, es de 96,5% en todos los estratos poblacionales, lo que significa que la mayoría de la población boliviana consume durazno en su época. El consumo promedio anual de durazno, por persona en todo el país alcanza a 5,05 kg/persona/año, siendo la ciudad de Cochabamba donde hay mayor consumo per cápita, alcanzando a 11,98 kg.

El durazno se consume y comercializa en todos el país, sin embargo, los principales mercados de durazno, son las ciudades del eje troncal: La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, donde los precios promedios de venta de durazno es de 5Bs/kg en Cochabamba y 7bs/kg en La Paz y Santa Cruz (Caballero, 2002).

De acuerdo a las investigaciones de Tantani (2007) el durazno “ulincate amarillo”, es la variedad comercial más difundida (62,5%), seguida del durazno “perchico” (16,3%) también llamado “blancona” o mocito de partir”; luego está el “durazno ordinario ” (14,7%) y otras (Saavedra y Gumucio Reyes) en 6,5% introducidas de Cochabamba.

Es importante recalcar que el productor tradicional tiene un plan de manejo cultural establecido, en el que mantiene costos y ganancias constantes (sin ir más ni menos dentro una tecnología) perdiendo oportunidad de mejorar calidad y rendimiento a largo plazo , razón por la cual difícilmente adoptaría tecnologías a largo plazo; peor cuando sus plantaciones y manejo tradicional le dan seguridad económica “más cantidad antes que calidad” y el mercado principal prefiere duraznos a precios bajos sin diferenciar calidad.

## 6. CONCLUSIONES

Una vez obtenidos los resultados y realizados los análisis estadísticos e interpretaciones; se llegó a las siguientes conclusiones:

- La práctica del anillado muestra que la variable de número total de frutos por árbol, según resultados obtenidos muestra que el anillado en la etapa fenológica de botón floral tuvo mayor efecto en la capacidad de retención de frutos con un total promedio de 294,5 frutos, a diferencia del número total de frutos que obtuvo el testigo con un promedio de 219 frutos por árbol; la cantidad de frutos en los árboles anillados fue mayor en la aplicación del anillado en el botón floral con respecto al testigo, el resultado puede ser atribuido a que la interrupción del floema del tallo mediante el anillado impidió el paso de los carbohidratos, nutrimentos y hormonas hacia las raíces, con lo que se provocó una redistribución de ellos, tendiendo a utilizarse en la parte aérea, con lo que se promovió un mayor amarre de fruto y se redujo su abscisión.
- En la variable de frutos comerciales por planta se determinó los promedios de la aplicación del anillado en las fases fenológicas del duraznero, teniendo como resultado de 266,83 frutos comerciales de la aplicación del anillado en la etapa del botón floral, en cuanto a la aplicación del anillado en la floración el promedio de frutos comerciales fue de 234 frutos, finalmente en el cuajo de 190 frutos comerciales y finalmente el testigo obtuvo 185,33 frutos comerciales por árbol.
- Se determinó el peso total de frutos por árbol como variable de rendimiento, se llegó a obtener mejores resultados con la aplicación del anillado en la fase fenológica del cuajo del fruto con 17,20 kg de frutos por árbol, mientras que la aplicación del anillado en las fases fenológicas de floración (13,63 kg/árbol) y botón floral (10,93 kg/árbol) no mostraron diferencias estadísticas.
- Otra variable que se determinó para evaluar el efecto del rendimiento fue el peso total de frutos comerciales por planta, se observa que el promedio mejor dado para el peso (Kg/árbol) fue de la aplicación del anillado en la etapa fenológica del cuajo con 16,25 Kg/árbol, seguido por el anillado en la floración con 12,92 Kg/árbol, el

tercero fue el anillado en la etapa de botón floral con 9,81 Kg/árbol y finalmente se tiene al testigo con apenas 9,21 Kg/árbol; la diferencia entre el cuajo y el testigo es de 7,04 kg/árbol. Con estos resultados se predice que la práctica de anillado permitió aumentar la carga por planta, cosechando fruta de buen tamaño y peso, además proporcionó mayor número de frutos cosechados.

- Para determinar el efecto del anillado en la calidad de frutos, se evaluó la variable de diámetro ecuatorial del fruto, donde muestra que en la aplicación del anillado en la etapa fenológica del cuajo se obtuvo un mejor resultado con 5,75 cm de diámetro ecuatorial, seguido por la aplicación del anillado en la etapa de la floración con un promedio de 4,84 cm y finalmente con 4,21 cm de diámetro ecuatorial en la etapa de botón floral finalmente el testigo obtuvo un diámetro de 4,76 cm, cabe resaltar que un aspecto importante en la calidad del fruto es el diámetro; es así que los duraznos son valorados por su tamaño en el mercado de frutos frescos y los de gran tamaño alcanzan precios superiores en muchos mercados.
- La variable del peso del fruto (g), nos muestra que realizando los anillados en las distintas fases fenológicas tienen influencia directa con el peso del fruto, demostrando que efectuando el anillado en la etapa del cuajado del fruto este tiene un mejor resultado con un promedio de 98,88 gramos, el segundo estadísticamente con mejores resultados en el peso del fruto con 76,63 gramos se encuentra el anillado en la fase fenológica de la floración, se observa que el menor promedio obtenido en el peso del fruto fue de la aplicación del anillado en la etapa del botón floral con solo 57,52 gramos y finalmente el testigo obtuvo un peso de 71,61 gramos, se puede observar que existe una diferencia de 27,3 gramos en el peso del cuajo respecto al testigo, lo que permite deducir que la intervención del anillado promovió un aumento en la concentración de sustancias de reservas, lo que le permite al árbol por un lado, tener excelentes condiciones para que se produzca una mayor elongación celular en los tejidos del fruto y por otro lado, que las sustancias de reservas concentradas suplan también la demanda de alimento de los frutos.

- Respecto a la variable de color del fruto, se demostró que no existe significancia estadística, quizá esto se debe a la poca exposición de los frutos al sol, también puede deberse a que no se realizó el raleo de hojas para que el fruto coloree adecuadamente, El color y la ausencia de defectos visuales son aspectos importantes de calidad del fruto para el consumidor; el color está determinado por la exposición a la luz durante el crecimiento del fruto.
- Para determinar la calidad de la cosecha se midió los sólidos solubles totales de los factores de fases fenológicas con el testigo, en el anva realizado no se muestra diferencias significativas en el contraste; si bien no hubo significancia en el análisis de varianza se puede observar que observan diferencias en la cantidad de solidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), el anillado que se realizó en la fase fenológica del cuajo se obtuvo 15,20  $^{\circ}$ Brix, seguido del testigo que tiene 14,29  $^{\circ}$ Brix, la diferencia entre ambos es de 0,91  $^{\circ}$ Brix, mientras que el anillado en la etapa de botón floral y en la floración los resultados obtenidos se encuentran por debajo del testigo y del anillado en el cuajo del fruto, los contenidos de azúcares solubles totales se han incrementado pero no de forma significativa, esta acumulación de azúcares solubles en la porción apical puede ser justificado por la obstrucción al flujo descendente de la savia elaborada y su acumulación arriba de la porción anillada, y también por la existencia de los puntos de crecimiento, tales como hojas y meristemas, que movilizan grandes cantidades de estos nutrientes.
- Los resultados obtenidos en la investigación respecto a la incidencia en la foliación, determinada a través de la variable de numero de hojas en una brindilla, se observa que es el testigo donde se tiene mayor cantidad de número de hojas con una media de 27,34 hojas en una brindilla, en cambio los factores (anillado y fases fenológicas) solo muestra un resultado de 21,59 hojas, la diferencia es de 5,75 hojas en una brindilla, lo cual señala, que la aplicación del corte realizado con el anillado debió afectar temporalmente el flujo de savia por el floema, causando acumulación de hormonas vegetales sintetizadas en zonas apicales de la parte aérea, y así alterar la inducción de los brotes o su diferenciación.

- Para la variable del crecimiento vegetativo se observa que el testigo fue el tratamiento donde obtuvo mayor crecimiento de las brindillas con 3,43 cm, mientras que los factores (anillado y fases fenológicas) solo tuvo un crecimiento de 2,11 cm y 1,32 cm respectivamente, por debajo del testigo, la disminución de crecimiento vegetativo pudiera deberse a la síntesis de ácido abscísico inducida por el etileno, esta hormona gaseosa promovida por el anillado aumentaría la cantidad de hormonas inhibidoras pero no de las promotoras crecimiento (giberelinas y auxinas), lo que ocasionaría la modificación del crecimiento vegetativo, el anillado provocó inhibición del desarrollo de brotes. Los resultados obtenidos señalan que se redujo de forma significativa el crecimiento promedio de las ramas anilladas en relación al testigo, por lo tanto se demuestra una clara disminución del crecimiento vegetativo.
- Efectuando el análisis económico se obtuvo una mejor respuesta en el tratamiento 3, la aplicación del anillado en el tronco en la fase fenológica del cuajado, donde la relación beneficio/costo de 2,73 lo que indica que por cada 1 boliviano que se invierte se recupera 1,73 bolivianos; se determina entonces que la aplicación del anillado en esta fase es económicamente rentable.

## 7. RECOMENDACIONES

En función a las conclusiones obtenidas se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda efectuar el anillado en la fase fenológica del cuajo del fruto, donde se obtuvieron mejores resultados en cuanto al rendimiento y a la calidad del fruto con mejores características aceptables para el mercado
- Seguir con este tipo de investigaciones para disponer de información más detallada acerca de la producción del durazno con la aplicación del anillado, realizar los monitoreos en época de dormancia de la planta, para ver las incidencias del efecto del anillado en esta etapa.
- Realizar el anillado en otras variedades de durazno.
- Efectuar el anillado en otras fechas de producción e interactuar con otras hormonas inductoras en la producción del durazno.
- Es necesario circundar totalmente el tronco o la rama, sin dañar el tejido que produce la cicatrización, de lo contrario la herida no cicatriza o lo hace muy lentamente. Si bien el anillado es una técnica de bajo costo y fácil ejecución, debe practicarse con ciertos cuidados.
- Debido a que el anillado interrumpe temporalmente el transporte y acumulación de reservas en la raíz, es debilitante. Por lo tanto se debe realizar solamente en plantas sanas, vigorosas y no excesivamente cargadas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Africano, K., Almanza, P. y Balaguera, H. (2015). Fisiología y bioquímica de la maduración del fruto de durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch]. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 9 (1), 161-172. doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3754>

Aguilar, G. (2005). Producción forzada de nopal (*Opuntia ficus-indica*, cv.) tlaconopal mediante anillado parcial. *Rev. Fitotec. Mex.*, 28 (3), 295-298.

Alvarado, H. (2003). El Cultivo del Melocotón. Capacitación. IICA. Nueva San Salvador, El Salvador. 25 p.

Ariza, R., Barrios, A., Otero, M. A. y Michel, A. C. (2015). Efecto del anillado en la floración, producción y calidad de los frutos del limón mexicano de invierno. *Revista de Energía Química y Física*, 2 (5), 361-364.

Astorga, M. (2013). *Efecto del estado de madurez y el almacenaje refrigerado sobre la calidad industrial de variedades tempranas de duraznos conserveros* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Atoccsa, R. (2015). *Aplicación de riego deficitario de secado parcial de la zona de raíces en el cultivo de durazno, mediante el riego por goteo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Baiza, V. (2004). Guía técnica del cultivo del melocotón, Programa Nacional de frutas de El Salvador, Santa Tecla, El Salvador.

Baldomero, R. (2005). *Efecto de la época de aplicación de cianamida hidrogenada como compensador de frío sobre la producción del melocotón (*Prunus persica*), variedad salcajá, bajo condiciones del valle de Quetzaltenango* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Berrios, M. (1995). *Efecto del anillado, doble incisión anular y aplicaciones de paclobutrazol (cultar) en paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Negra de la cruz* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile.



Boliviarrural.org (21 de enero 2011). Disminuye producción de durazno en un 20% en San Benito, boletín informativo. Recuperado de <http://www.boliviarrural.org/noticias/2011/841-disminuye-produccion-de-durazno-en-un-20-en-san-benito.html>

Caballero, F. (2002). *Cultivo del duraznero*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/146969714/Tecnica-Duzarno>

Cabezas, M. y Rodríguez, C. (2010). Técnicas hortícolas para optimizar el tamaño y la calidad del fruto del naranjo (*Citrus sinensis* L.). *Agronomía Colombiana*, 28(1), 55-62.

Campos, E., Espíndola, M. y Mijares, P. (2007). *Producción forzada en durazno*. Coatepec Harinas, México: Instituto de investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del estado de México.

Carchi, M. (2016). *Efecto de biorreguladores y anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao (Theobroma cacao L.)* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Casaca, D. (2005). *El cultivo del durazno*. Doc. Técnico, Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola PROMOSTA.

Choque, Y. (2013). *Riego deficitario en el cultivo de vid (Vitis vinífera L.), en el municipio de Luribay - La Paz* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Cobos, S. (2009). *Evaluación de técnicas y sustancias inductoras sobre la retención de las estructuras florales y productivas del guanábano (Annona muricata L.) en una plantación de santo domingo de los colorados* (Proyecto de grado). Escuela politécnica del ejército, Santo Domingo, Ecuador.

Coca, M. (2009). *Experiencias en manejo de agalla de corona (Agrobacterium tumefaciens) en duraznero en el Valle Alto de Cochabamba*. Memorias del curso Principios de manejo de agalla de corona en duraznero. (pp 5-19). Cochabamba, Bolivia.

Donoso, J., Bastias, R., Lemus, G. Y Silva, L. (2007). Comportamiento fenológico del duraznero (*Prunus persica* L.) en tres localidades de la VI región. *Informativo INIA Rayentue* (13), 1-8.

Dussan, C. (2014). *Técnicas de inducción floral como mecanismo para la programación de cosechas de aguacate Hass producidos en la zona marginal alta cafetera* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Dosquebradas, Risaralda, Colombia.

Escalante, M. (2010). *Innovaciones Impulsadas por el Comité Estatal de Productores de Durazno del Estado de México, A. C.* Recuperado de <https://www.redinnovagro.in/casosexito/22edomexduraznos.pdf>

Espíndola, M., Elías R., Aguilar, J. y Campos E. (2009). *Guía técnica para la producción de durazno en la región sur del estado de México*. Coatepec Harinas, México: Fundación Salvador Sánchez Colín Cictamex.

Espinoza, E. (2007). *Evaluación de diferentes frecuencias de fertirrigación y otras técnicas de manejo sobre la floración y producción de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass* (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

FAO (2012). *Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua*. Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i2800s.pdf>

Fao.org (2018). STAT de la FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Fernández, R. (2010). *Experimentación en agricultura*. Sevilla, España: Junta de Andalucía.

Flores, J. (2011). *Determinación de los índices de madurez para la comercialización de durazno (*Prunus persicae*) variedad conservero amarillo en dos tipos de ambientes para mercados de las zona central del país* (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Gergoff, G. (2016). *Maduración e índices de cosecha: Aspectos fisiológicos y determinación de estados de madurez de frutos*. Universidad Nacional de La Plata.

- Gonzalez, J. (2013). *Efecto de dos portainjertos en la inducción floral del duraznero (Prunus persica (L) Botsh) variedad ulincate, en condiciones del distrito de Pocollay – Tacna* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, Tacna, Perú.
- Guzman, P. (2014). *Efecto de la incisión de corteza y de la aplicación de cppu sobre la floración y producción de olivos (Olea europaea L.) variedad picual* (Tesis pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Huanca, C. (2013). *Gobierno autónomo municipal de Luribay* (Trabajo dirigido). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- ine.gob.bo (octubre 2017). San Benito, el mayor productor de durazno en Cochabamba. Recuperado de <https://www.ine.gob.bo/index.php/principales-indicadores/item/2031-san-benito-el-mayor-productor-de-durazno-en-cochabamba>
- La Razón (12 de mayo 2002). El durazno en Bolivia. Recuperado de <http://www.bolivia.com/noticias/autonoticias/DetalleNoticias10298.asp>
- Larraga, I. y Suarez, L. (2011). *Evaluación de dos tipos de poda y tres inductores de brotación en el cultivo de durazno (Prunus pérsica. l) variedad conservero amarillo y determinación de sus estados fenológicos, en dos localidades* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador.
- López, J. (2003). *Efecto del anillado, realizado en tres épocas en ramas de paltos (Persea americana Mill.) cv. Hass, en la localidad de San Isidro, provincia de Quillota, V Región, Chile* (Tesis de pregrado). Universidad del Mar, Valparaíso, Chile.
- López, O. (2007). *Recomendaciones para el cultivo del melocoton (Prunus persica stokes) en el occidente de Guatemala* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Macias, M. (2011). Caracterización del sistema de riego de la comunidad Porvenir municipio Luribay y su efecto en la relación beneficio costo en frutales (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Mamani, R. (2006). *Oh linda Luribay*. La Paz, Bolivia. Recuperado de [http://www.antecedentes+de+Luribay\\_doc.pdf](http://www.antecedentes+de+Luribay_doc.pdf)

Mena, F. (2015). *Extracción y caracterización del aceite crudo de la semilla de durazno (Prunus pérsica)* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Meza, M. (2013). *Relaciones fuente sumidero en brotes de vid y olivo* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Mondragón, C., Fernández, R., Pérez, S. y Nieto, H. (2007). *Manual: durazno*. Celaya, México: Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Moreno, E. (2013). *Efectos de prácticas agronómicas en la calidad postcosecha de frutos de rambután (Nephelium lappaceum L.)* (Tesis maestría). Universidad Autónoma Chapingo, México.

Moyano, M., Flores, P., Seta, S., Leone, A. y Severin, C. (2011). Efecto de diferentes prácticas culturales sobre la producción, calidad y maduración de frutos de duraznero cv. Early Grande. *Ciencias Agronómicas*, Revista XVII, 007– 011.

Navarro, J. (sf). Aumento de tamaño en el melocotón. *Revista de extensión agrícola*, 129 – 131. Recuperado de [https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_REA%2FREA\\_1977\\_05\\_129\\_131.pdf](https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_REA%2FREA_1977_05_129_131.pdf)

Pagina7, (21 de mayo 2016). El duraznero es el árbol frutal que más se cultiva en Bolivia. Recuperado de <http://www.paginasiete.bo/economia/2016/5/21/duraznero-arbol-frutal-cultiva-bolivia-97221.html>

Pelcastre, J. (1999). Producción forzada de naranja Valencia (Citrus sinensis) en la región de Montemorelos, nuevo Leon (tesis de maestria). Universidad Autonoma de Nuevo león, Marín, Nuevo Leon, Mexico.

Pérez, G., Almaguer, G., Maldonado, R., Avitia, E. y Castillo, A. (2005). Anillado y ácido giberélico en la producción, calidad del fruto y nivel nutrimental en mandarina 'Mónica'. *Terra Latinoamericana*, 23(2), 225-232.

Podesta L. y Rodriguez M. (2017). *Anillado en frutales de carozo*. Revista de Divulgación Científica Facultad de Ciencias Agrarias UNcuyo, (8). Recuperado de <http://experticia.fca.uncu.edu.ar/numeros-antiores/n-1-2014/142-anillado-en-frutales-de-carozo>

Ramírez, M. (2001). *Variabilidad de la producción en olivo (Olea europaea L.) relación entre alternancia, floración, vigor y productividad* (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

Rodrigo, J. (2014). *Efecto de la arquitectura y la densidad de plantas sobre la producción de frutos del espino (Acacia caven Mol.)* (Tesis pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Rubio, M. (2006). *Resistencia a la sharka (Plum pox virus) en especies frutales del genero Prunus* (Tesis doctoral). Universidad Miguel Hernández, Murcia, España.

Soria, J. (2014). Manual del duraznero. La planta y la cosecha, Boletín de Divulgación de Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria N° 108, Montevideo, Uruguay.

Swisscontact Perú. (2009). Cultivo del melocotonero. Guía técnica. Perú.

Tantani, G. (2007). *Caracterización del sub sistema de comercialización de durazno fresco, en la localidad de Sapahaqui (Provincia Loayza, Departamento de La Paz)* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andres, La Paz, Bolivia.

Timana, J. (2013). *Caracterización de labores culturales y estado fitosanitario del cultivo de durazno Prunus pérsica en el municipio de Palestina Huila* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Pitalito, Colombia.

Tropicos.org, 2014. Prunus pérsica. Recuperado de: <http://www.tropicos.org/> Missouri Botanical Garden

Trujillano, E. (2016). *Evaluación agronómica en la producción de cuatro variedades de cebada (Hordeum sp.), por hidroponía en la comunidad de Murmuntani, municipio de Luribay, provincia Loayza del departamento La Paz* (Tesina de grado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Valdez, L. (2016). *Evaluación de cuatro métodos de deshidratado de durazno (prunus pérsica L.) con la aplicación de dos antioxidantes en el municipio de Luribay* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Villca, L. (2013). *Riego deficitario en el cultivo de tomate (Lycoperssicum estulentum Mill), en el municipio de Luribay - La Paz* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Zrazhevskyi, D. (s.f.). *Agricultura en Bolivia*. Santa Cruz, Bolivia. Recuperado de <https://www.north-carolina-library.com/pdf/agricultura-en-bolivia-bolivianland-net-5b.pdf>







Anexo 3. Ubicación de anillado (anillado en el tronco y anillado en ramas)



Anillado en el tronco

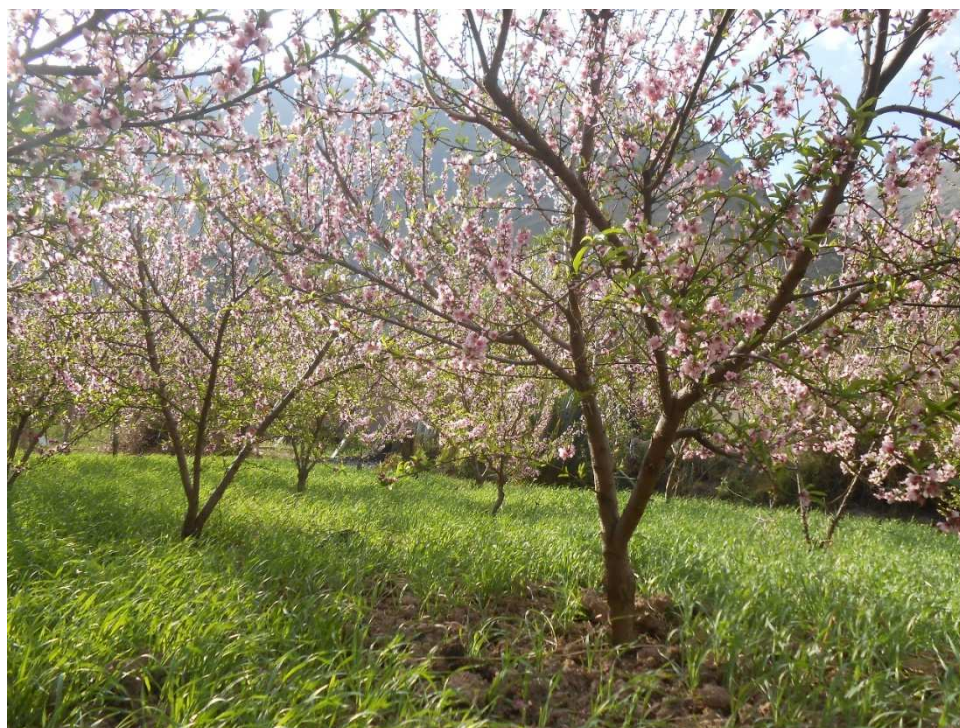


Anillado en ramas

#### Anexo 4. Fases fenológicas donde se aplicó el anillado



Fase fenológica: Botón floral



Fase fenológica: Floración



Fase fenológica: Cuajo



Cuajo: frutos de 1 cm

## Anexo 5. Metodología



Chonteo y abonado



Limpieza de la huerta



Anillado



Aplicación de una solución de azufre



Aplicación de fungicida e insecticida



Control de malezas



Cosecha



Selección y empaque de frutos

Anexo 6. Medición de variables

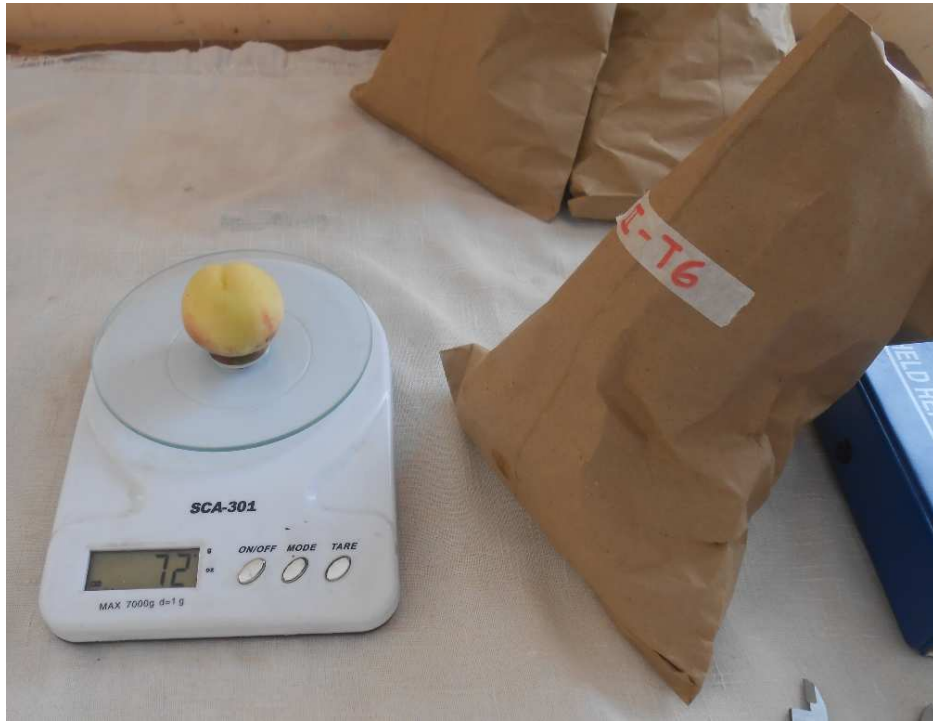


Conteo de frutos



Frutos no comerciales





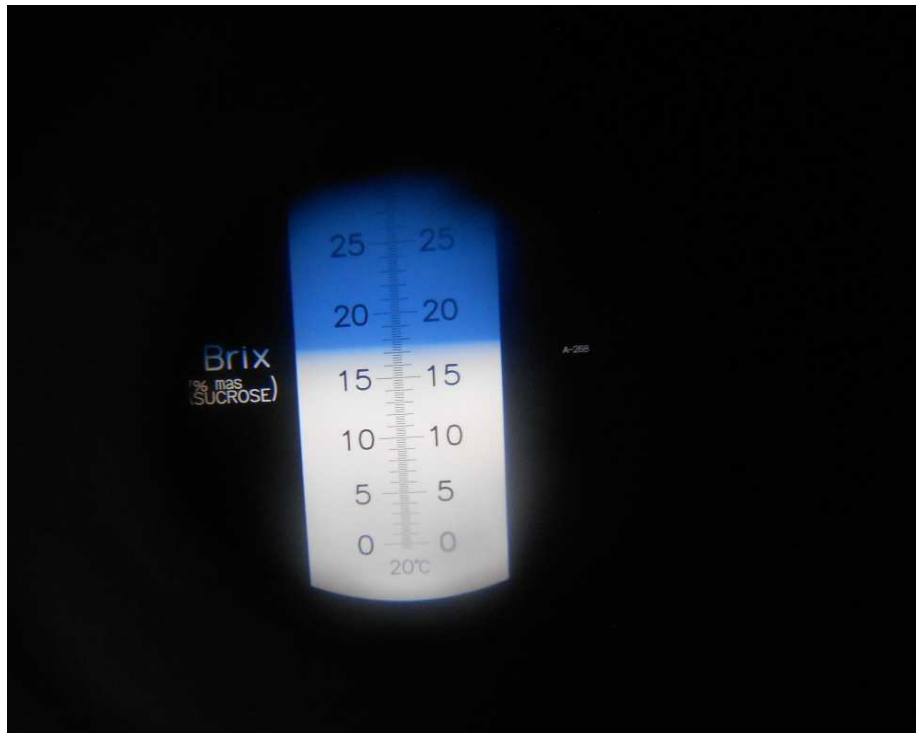
Peso del fruto



Color del fruto



Contenido de solidos solubles



Lectura del Refractómetro