

# **UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMIA

**Evaluación del período de receptividad del estigma en maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) y murta (*Ugni molinae* Turcz.)**

Tesis presentada como parte de  
los requisitos para optar al grado  
de Licenciado en Agronomía.

**Viviana Margarita Verdi Rademacher**

VALDIVIA - CHILE

2004

**PROFESOR PATROCINANTE:**

Miguel Neira C.

Ing. Agrónomo.

---

**PROFESORES INFORMANTES:**

Roberto Carrillo LI.

Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

---

Magaly Riveros G.

Prof. de Biol. y Quím., Dr. Sc.

---

A mis padres y hermanos, por el apoyo para alcanzar esta meta.  
A Hugo por su amor, apoyo y comprensión.

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	La flor	3
2.1.1	Morfología general de una flor	3
2.1.2	Características reproductivas de las plantas superiores	4
2.2	La polinización	5
2.2.1	Tipos de polinización	6
2.2.1.1	Autopolinización	6
2.2.1.2	Polinización cruzada	7
2.2.2	Interacción polen - pistilo	7
2.2.3	Factores que regulan la polinización	10
2.2.4	Mecanismos de reproducción	11
2.2.4.1	Autocompatibilidad	11
2.2.4.2	Autoincompatibilidad	12
2.2.4.3	Apomixis	12
2.2.5	Agentes polinizantes	12
2.2.5.1	Polinización entomófila	13
2.2.5.2	Polinización anemófila	14
2.3	El maqui	14
2.3.1	Descripción morfológica	15
2.3.2	Distribución geográfica	17
2.3.3	Hábitat natural	18
2.3.4	Fenología	18
2.3.5	Usos	20

Capítulo		Página
2.4	La murta	21
2.4.1	Descripción morfológica	21
2.4.2	Distribución geográfica	23
2.4.3	Hábitat natural	23
2.4.4	Fenología	24
2.4.5	Usos	25
3	MATERIALES Y METODO	27
3.1	Ubicación del ensayo	27
3.2	Características edafoclimáticas del lugar de estudio	27
3.3	Materiales	28
3.3.1	Materiales de terreno	28
3.3.2	Materiales de laboratorio	28
3.4	Método	29
3.4.1	Período experimental	29
3.4.2	Diseño experimental	29
3.4.3	Descripción de los tratamientos	29
3.4.4	Mediciones y observaciones	31
3.4.5	Evaluación del período de polinización efectiva de la flor de maqui	31
3.4.5.1	Extracción de pistilos	32
3.4.5.2	Preparación de la anilina	32
3.4.6	Evaluación del período de polinización efectiva de la flor de murta	32

Capítulo		Página
3.4.7	Determinación del desarrollo de los frutos de maqui y murta bajo condiciones de aislamiento de los polinizadores	33
3.5	Tratamiento de los datos obtenidos	33
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	34
4.1	Determinación del período efectivo de polinización en maqui	34
4.2	Análisis de fructificación según los tratamientos de polinización efectuados en maqui	36
4.2.1	Peso de los frutos	36
4.2.2	Diámetro polar de los frutos	39
4.2.3	Diámetro ecuatorial de los frutos	41
4.3	Determinación del período efectivo de polinización en murta	43
4.4	Análisis de fructificación según los tratamientos de polinización efectuados en murta	45
4.4.1	Peso de los frutos	45
4.4.2	Diámetro polar de los frutos	47
4.4.3	Diámetro ecuatorial de los frutos	48
5	CONCLUSIONES	51
6	RESUMEN	52
	SUMMARY	53
7	BIBLIOGRAFIA	54
	ANEXOS	64

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Tratamientos para evaluar el período de receptividad del estigma de <i>Aristotelia chilensis</i>	30
2	<i>Tratamientos para evaluar el período de receptividad del estigma de Ugni molinae</i>	31
3	Elongación del tubo polínico en las polinización escalonadas de <i>A. chilensis</i>	34
4	Peso promedio de los frutos, en las distintas plantas de <i>A. chilensis</i> polinizadas manualmente	37
5	Peso promedio de los frutos de <i>A. chilensis</i> en las diferentes polinizaciones	39
6	Diámetro polar de los frutos de <i>A. chilensis</i> obtenidos en los distintos tiempos de polinización post antesis	40
7	Diámetro ecuatorial de los frutos, de las diferentes plantas de <i>A. chilensis</i>	41
8	Diámetro ecuatorial de los frutos de <i>A. chilensis</i> obtenidos en los distintos tiempos de polinización post antesis	42
9	Peso promedio de los frutos de distintas plantas de <i>U. molinae</i>	46
10	Diámetro polar de los frutos de <i>U. molinae</i> , en las diferentes polinizaciones	47
11	Diámetro ecuatorial de los frutos de <i>U. molinae</i> de distintas plantas	49

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Eventos que ocurren en la interacción polen-pistilo	8
2	Planta de <i>Aristotelia chilensis</i>	16
3	Estados fenológicos de maqui en la X Región de Chile	19
4	Frutos de <i>Ugni molinae</i>	23
5	Estados fenológicos de murta en la X Región de Chile	24
6	Tubos polínicos avanzando a través del estilo, en flores de <i>A. chilensis</i> , observados mediante microscopio de fluorescencia (40X)	35
7	Tubos polínicos avanzando a través del estilo, en flores de <i>U. molinae</i> , observados mediante microscopio de fluorescencia (40X)	44
8	Elongación de los tubos polínicos en flores de <i>U. molinae</i> , en relación a la interacción de los factores polinización y retiro de flor	45

## INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Valor de elongación del tubo polínico y características de los frutos de <i>A. chilensis</i> (Mol.) Stunz, obtenidos en cada tratamiento	65
2	Valor de elongación del tubo polínico y características de los frutos de <i>U. molinae</i> Turcz, obtenidos en cada tratamiento	86
3	Análisis Mann –Whitney U Test, para la elongación del tubo polínico, en tres plantas de <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz	97
4	Análisis Mann –Whitney U Test, para la elongación del tubo polínico en flores de <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz, en las polinizaciones escalonadas en el tiempo	97
5	Análisis Mann –Whitney U Test, para la elongación del tubo polínico en flores de <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz, en los retiros escalonados en el tiempo	98
6	Análisis Mann –Whitney U Test, para el peso de los frutos, en tres plantas de <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz	98
7	Análisis Mann –Whitney U Test, para el peso de los frutos de <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz, obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo	99
8	Análisis Mann-Whitney U Test, para el diámetro polar de los frutos, en tres plantas de <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz	99
9	Análisis Mann –Whitney U Test, para el diámetro polar de los frutos de <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz, obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo	100
10	Análisis Mann –Whitney U Test, para el diámetro ecuatorial de los frutos, en tres plantas de <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz	100

Anexo		Página
11	Análisis Mann –Whitney U Test, para el diámetro ecuatorial de los frutos de <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz, obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo	101
12	Análisis de variación de la elongación de los tubos polínicos en flores de <i>Ugni molinae</i> Turcz.	101
13	Prueba de Tukey, para la elongación de los tubos polínicos en flores de <i>Ugni molinae</i> Turcz., en cada tratamiento	102
14	Prueba de Tukey, para la elongación de los tubos polínicos en flores de <i>Ugni molinae</i> Turcz., en polinizaciones escalonadas en el tiempo	102
15	Prueba de Tukey, para la elongación de los tubos polínicos en flores de <i>Ugni molinae</i> Turcz., en retiros de flor escalonados en el tiempo	103
16	Análisis Mann –Whitney U Test, para el peso de los frutos, en cinco plantas de <i>Ugni molinae</i> Turcz.	103
17	Análisis Mann –Whitney U Test, para el peso de los frutos de <i>Ugni molinae</i> Turcz., obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo	104
18	Análisis Mann –Whitney U Test, para el diámetro polar de los frutos, en cinco plantas de <i>Ugni molinae</i> Turcz.	104
19	Análisis Mann –Whitney U Test, para el diámetro polar de los frutos de <i>Ugni molinae</i> Turcz., obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo	105
20	Análisis Mann –Whitney U Test, para el diámetro ecuatorial de los frutos, en cinco plantas de <i>Ugni molinae</i> Turcz.	105
21	Análisis Mann –Whitney U Test, para el diámetro ecuatorial de los frutos de <i>Ugni molinae</i> Turcz., obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo	106

## 1 INTRODUCCION

Las exigencias de los actuales consumidores, cada vez más variados y naturalistas, estimulan la explotación de recursos antes ignorados en la naturaleza.

En el sur de Chile existe un gran número de especies nativas, que pueden ser usadas como frutos exóticos, entre las que se encuentra el maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) y la murta (*Ugni molinae* Turcz.), las que abundan en forma silvestre.

La información incompleta que se maneja, sobre ambas especies y las favorables condiciones bajo las cuales éstas se desarrollan en el sur de Chile, propician mayores estudios y conocimiento de sus procesos reproductivos, características florales y polinización.

Estos recursos no tradicionales, son de gran interés para los consumidores extranjeros, debido a las peculiares características organolépticas de sus frutos, lo cual si se desea incorporarlos a la oferta exportadora del país, obligará a desarrollar estudios para completar informaciones que mejoren su manejo productivo, respecto a las características de sus fructificaciones.

Las flores durante su antesis, presenta un incremento gradual de madurez a la receptividad del polen compatible, lo que favorece el reconocimiento y estimulación a la germinación de los granos de polen. De esta forma la hipótesis de la investigación es la siguiente: cuando el grano polen

compatible es depositado en el día más receptivo del estigma, germinará mejor y más rápido que en los días menos receptivos.

De esta forma, el objetivo general de la presente investigación es:

- Determinar bajo condiciones de campo, el período efectivo de polinización de las flores de maqui y murta.

De lo anterior se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el grado de receptividad de los estigmas en ambas especies.
- Determinar el desarrollo de los frutos en estigmas sometidos a los mismos tratamientos.

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 La flor.

FONT QUER (1960), define flor como un conjunto de antófilos protectores más o menos vistosos, y/o hipsófilos coloreados, en las plantas superiores. En términos botánicos, no existe flor, en sentido estricto, sin órganos sexuales.

La flor interviene en los procesos de la reproducción sexual de las plantas superiores (HILL *et al.*, 1964), y se encuentra formada por un grupo de hojas especializadas llamadas “hojas florales” adaptadas para: el desarrollo de las células reproductivas, el correcto funcionamiento de éstas células y el desarrollo final de la semilla (ROBBINS *et al.*, 1958).

Según FAEGRI y VAN DER PIJL (1976), la flor tiene las funciones de protección de los óvulos y recepción del polen en la superficie del estigma, siendo esto último asegurado por la atracción de los polinizadores. En plantas polinizadas por seres vivos, generalmente es el perianto el que ejerce el poder de atracción, y corresponde a los carpelos y tálamo la función de desarrollo de semillas y fruto, participando este último como agente de diseminación.

**2.1.1 Morfología general de una flor.** Las flores tienen diferentes formas, ellas presentan una gran variedad en tamaño, color, número de partes y distribución de las mismas. Una flor típica está compuesta por cuatro partes principales sépalos, pétalos, estambres y carpelos (ROBBINS *et al.*, 1958).

Los sépalos y pétalos constituyen conjuntamente el perianto, típicamente los sépalos son verdes y tienen aspecto de hojas; los pétalos están con frecuencia intensamente coloreados siendo el tamaño entre ellos muy parecido (HILL *et al.*, 1964). HOLMAN y ROBBINS (1961), agregan que los pétalos y sépalos son importantes, para proteger los estambres y pistilos antes que se abra la yema floral y para atraer los insectos, que en la mayoría de las flores, son necesarios para originar la producción de semillas.

El conjunto de estambres de una flor constituyen el androceo. Cada estambre se compone de un filamento que sostiene la antera, ésta última contiene los sacos polínicos que desarrollan los granos de polen (STRASBURGER *et al.*, 1994; HILL *et al.*, 1964).

El conjunto de carpelos forman el o los pistilos, que también es llamado gineceo, y que constan de tres partes el estigma, estilo y el ovario (STRASBURGER *et al.*, 1994).

**2.1.2 Características reproductivas de las plantas superiores.** CHASAN y WALBOT (1993), señalan que la iniciación de la reproducción requiere generalmente que la planta perciba y responda a las apropiadas condiciones medioambientales.

El estigma recibe los granos de polen que llegan a él transportados por diversos medios. Está provisto frecuentemente de un líquido estigmático pegajoso y puede estar dotado de ganchos o depresiones, de pelos muy delgados rígidos o de glándulas, todo ello encaminado a facilitar la recepción del polen (HILL *et al.*, 1964).

STRASBURGER *et al.* (1994), indican que una vez que los granos de polen han alcanzado el estigma de las flores se desencadena una serie de eventos que culminan con la formación de un nuevo individuo.

Cuando el grano de polen alcanza un estigma receptivo, germina produciendo el tubo polínico, que atraviesa la pared del grano de polen y penetra en el tejido del estigma, abriéndose paso a lo largo del estilo. Finalmente, el tubo polínico penetra por el micrópilo del óvulo y alcanza al gametofito femenino (HILL *et al.*, 1964).

Para cada óvulo que alcanza la madurez dentro del ovario se debe disponer de un grano de polen. Por ello no es raro encontrar muchos tubos polínicos que se abren paso a lo largo de un mismo estilo. El tiempo que transcurre entre la polinización y la fecundación varía, desde unas pocas horas a días, en algunas especies, hasta más de un año en otras (HILL *et al.*, 1964).

## **2.2 La polinización.**

La reproducción sexual y el desarrollo de la semilla depende de la polinización, la que se define como la transferencia del polen desde la antera al estigma del pistilo. (WESTWOOD, 1982).

Después de la polinización y de la doble fecundación, se desarrolla el fruto que contiene las semillas, completándose de esta forma el ciclo vital de la planta (FAHN, 1978).

El grano de polen germina en el estigma para formar el tubo polínico, que contiene dos células espermáticas. Cuando el tubo polínico penetra al rudimento seminal, una de las células espermáticas fertiliza la célula huevo y se forma el cigoto. Una vez alcanzado este estadio los carpelos comienzan a

crecer y formar el fruto; los rudimentos seminales a su vez formaran las semillas (FAHN, 1978).

En las angiospermas la polinización se divide en las siguientes etapas: (1) liberación del polen, (2) transferencia del grano de polen al estigma y (3) la exitosa unión del polen a la superficie del estigma, seguida de la germinación del grano de polen y la penetración del tubo polínico al estilo (FAEGRI y VAN DER PIJL, 1976).

La polinización es un requerimiento de algunas especies para fructificar, y en algunos cultivares para maximizar la producción de semillas, además de incrementar la precocidad y uniformidad de la cosecha (McGREGOR, 1976; CORBET *et al.*, 1991).

Otro aspecto importante de la polinización es que, para su éxito reproductivo, se requiere de una adecuada proporción de polen en relación a los óvulos, representado por la cantidad mínima de polen que debe existir por flor para que el óvulo sea fecundado (KLINHAMER y DE JONG, 1993).

**2.2.1 Tipos de polinización.** Existen dos tipos de polinización, dependiendo del origen del polen

2.2.1.1 Autopolinización. Se define como la transferencia de polen desde las anteras al estigma de la misma flor, o a estigmas de otras flores de la misma planta o flores de diferentes plantas del mismo genotipo (HOOPINGARNER y WALLER, 1993).

Según ROBBINS *et al.* (1958), la autopolinización se produce en los siguientes casos: (a) transferencia de polen desde la antera al estigma de la misma flor. Este es un método normal en cereales (excepto centeno y maíz) y

en algunas otras plantas, (b) transferencia de polen desde la antera al estigma de otra flor de la misma planta. Esto ocurre en muchas plantas con flores perfectas y (c) transferencia de polen desde una antera al estigma de una flor u otra planta.

STRASBURGER *et al.* (1994), indican que la autogamia se produce en flores hermafroditas, mientras que geitonogamia se produce obligadamente en individuos monoicos, pero también puede presentarse en individuos hermafroditas con diferente grado de madurez sexual.

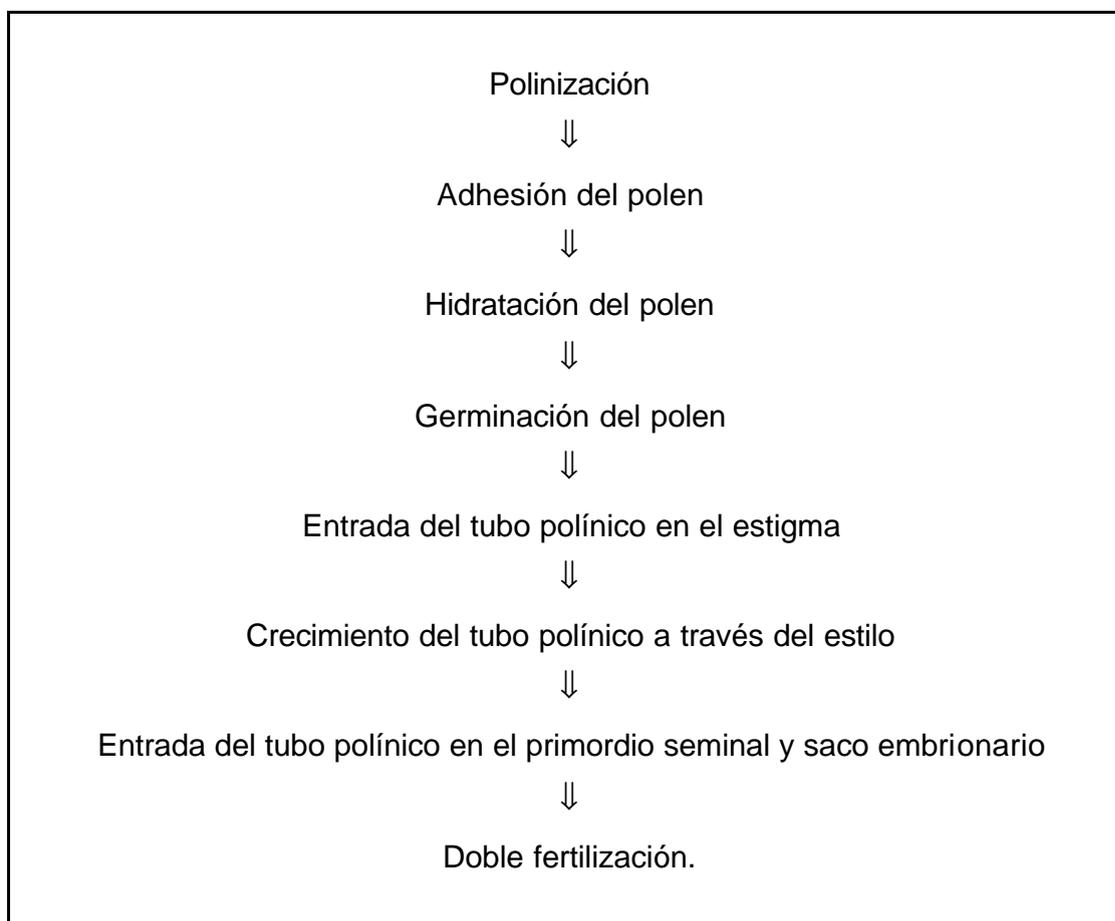
La autopolinización no promueve la variabilidad genética, por lo tanto, las plantas que utilizan este mecanismo generalmente presentan una disminución, tanto en rendimiento como en calidad (FREE, 1993; FRANKEL y GALUN, 1977).

2.2.1.2 Polinización cruzada. HOOPINGARNER y WALLER (1993), la definen como la transferencia de polen entre plantas que no tienen características genéticas idénticas. Su importancia radica en la sobrevivencia de las especies a través de los años ya que proporciona diversidad al pool genético dentro de la población de las plantas.

STRASBURGER *et al.* (1994), añaden que el éxito de la polinización, la producción de semillas capaces de germinar y la prosperidad de la descendencia dentro de una misma especie, en general, son mayores cuando la polinización es cruzada que cuando es autógena, esto debido a que aumentan las posibilidades que se forman nuevas combinaciones de factores hereditarios.

**2.2.2 Interacción polen – pistilo.** La polinización adecuada inicia un número secuencial de eventos que culmina con la descarga del gameto masculino

dentro del saco embrionario (SHIVANNA *et al.*, 1997). En el siguiente diagrama se presentan los eventos que ocurren en esta interacción (Figura 1).



**FIGURA 1. Eventos que ocurren en la interacción polen-pistilo.**

FUENTE: Adaptado de SHIVANNA *et al.* (1997).

Los granos de polen que germinan en el estigma pueden viajar a lo largo del pistilo, hasta que ellos eventualmente alcanzan los óvulos. Varias estructuras a lo largo de este camino interactúan con el crecimiento del gametofito masculino, aún cuando estas estructuras cumplan roles diferentes, ellas comparten una función en común que es proporcionar el soporte para la

germinación del polen y crecimiento del tubo polínico (HERRERO y HORMAZA, 1996; HORMAZA y HERRERO, 1996).

La viabilidad del polen y la receptividad estigmática son los factores más críticos para la efectiva iniciación de la interacción polen – pistilo (STEPHENSON y BERTIN, 1983).

Como viabilidad de polen se entiende la habilidad de éste para completar exitosamente su crecimiento sobre el pistilo compatible y receptivo, para liberar el gameto funcional masculino en el saco embrionario (STEPHENSON y BERTIN, 1983).

La adhesión del polen es el primer evento que ocurre después de la polinización y depende fundamentalmente de la naturaleza del polen y de los componentes de la estructura estigmática (SHIVANNA *et al.*, 1997).

A la efectiva adhesión del grano de polen le sigue la hidratación de este como resultado del pasaje de agua desde el estigma al interior del grano de polen, llevado por la diferencia de potencial osmótico (SHIVANNA *et al.*, 1997).

HERRERO y HORMAZA (1996), señalan que en trabajos sobre plantas de estigmas húmedos, la secreción estigmática es el requisito primordial para la germinación del grano de polen.

La superficie estigmática también le proporciona boro y calcio, que son requeridos para la germinación del grano de polen, los cuales son generalmente deficientes en estos elemento (SHIVANNA *et al.*, 1997).

El crecimiento del tubo polínico va a depender del tipo de estigma; cuando estos son húmedos la cutícula se rompe durante la secreción del

exudado por lo que no se traduce en una barrera física para el crecimiento de este, contrario a lo que ocurre cuando el estigma es de tipo seco (SHIVANNA *et al.*, 1997).

**2.2.3 Factores que regulan la polinización.** La regulación de la polinización prepara a la flor para la fertilización y embriogénesis, al tiempo se produce una pérdida de órganos florales que completaron su función de dispersión y recepción de polen. Los componentes de esta regulación incluyen cambios en la pigmentación de la flor, senescencia y abscisión de órganos florales y crecimiento y desarrollo del ovario (O'NEILL, 1997).

En ambientes naturales, según la especie de angiosperma, se despliegan distintos mecanismos para impedir la autofecundación, entre los que se cuentan la diferenciación sexual, la incompatibilidad, la dicogamia, la hercogamia y la esterilidad (DUMAS *et al.*, 1985 y STRASBURGER *et al.*, 1994).

Según Lundquist citado por De NETTANCOUR (1977), la incompatibilidad es la incapacidad de una planta superior, productora de semilla hermafrodita fértil, para producir un cigoto después de la autopolinización.

La etapa en la cual el gametofito masculino recibe la información necesaria para la determinación de su incompatibilidad fenotípica puede variar enormemente de una familia de plantas a otra, transformándose en una de las características esenciales sobre la cual se establece la clasificación de los sistemas de incompatibilidad (De NETTANCOUR, 1977).

La diferenciación sexual favorece la polinización cruzada entre distintos individuos paternos y con ello la tasa de recombinación de la población (STRASBURGER *et al.*, 1994).

La dicogamia ocurre cuando los estambres y estigmas de la misma flor alcanzan la madurez para la polinización en distintas épocas; si los estambres llegan a sazón antes que los estigmas hay protandria; en caso contrario, protoginia (STRASBURGER *et al.*, 1994).

Existe hercogamia en aquellas flores en que la ubicación espacial de anteras y estigmas impide la autopolinización (STRASBURGER *et al.*, 1994).

North citado por WULF (1998), define la esterilidad como el mecanismo en el cual el aborto o la destrucción del tubo germinativo es producido por aberraciones cromosómicas y citoplasmáticas, como una manera de evitar la polinización interespecífica.

**2.2.4 Mecanismos de reproducción.** Las plantas han desarrollado variados mecanismos para hacer uso o no del polen producido, lo que se conoce como compatibilidad (FREE, 1993).

2.2.4.1 Autocompatibilidad. Se produce en plantas que son capaces de fertilizar sus óvulos mediante el polen del mismo pie, para posteriormente desarrollar semillas o frutos (FREE, 1993).

FREE (1993), agrega que muchas especies de polinización autocompatible muestran una mayor tendencia a producir abortos frutales, a diferencia de las especies de polinización cruzada, donde los abortos frutales son escasos.

La autocompatibilidad resulta una ventaja para algunas especies de plantas que, por diferentes factores, les resulta difícil efectuar una polinización de tipo cruzada, como puede ser, la falta de insectos polinizadores o por la baja densidad espacial de su población (AGSPURGER, 1981).

2.2.4.2 Autoincompatibilidad. Se produce cuando las plantas sólo pueden fertilizar sus óvulos con polen proveniente de otro individuo de la misma especie, por lo cual en ellos la polinización cruzada es obligatoria para la formación del cigoto (FREE, 1993).

La autoincompatibilidad genética se manifiesta por una inhibición de la germinación o por un crecimiento escaso y lento del tubo polínico, de manera que no tiene lugar la fecundación. Este es un mecanismo genético que asegura el cruzamiento entre plantas de una misma población, de este modo se consigue descendencia de mayor diversidad genética potencial, que proporcionan a los nuevos individuos mayores posibilidades de supervivencia (WESTWOOD, 1982).

2.2.4.3 Apomixis. Es un término utilizado para expresar la reproducción asexual en las plantas cuando el embrión se forma a partir de un óvulo que puede presentar meiosis incompleta y/o que es fecundado por una célula de origen distinto al del grano de polen, generalmente de origen somático, pero sin meiosis o ésta es incompleta (STEBBINS, 1963; ASKER, 1984 y KOLTUNOW, 1983).

La apomixis da como resultado plantas que son clones exactos de la planta madre. Esta característica ocurre en forma natural en más de 400 especies de plantas, incluyendo cítricos y parientes silvestres del maíz, del trigo y del mijo (SAVIDAN y HOISINGTON, 1999).

**2.2.5 Agentes polinizantes.** De acuerdo a WESTWOOD (1982), existen dos vías principales de transporte de polen desde la antera al estigma de la flor. Puede ser llevado por los insectos, polinización entomófila, o bien puede ser conducido por el viento, polinización anemófila.

2.2.5.1 Polinización entomófila. En la mayoría de las especies, el polen es transferido por los insectos, en especial por las abejas, aunque existen otros como los abejorros y moscas (RAZETO, 1986).

Los insectos tienen gran importancia como agentes polinizadores, ellos visitan las flores de distintas plantas para extraer néctar y polen, los que constituyen una fuente nutricional importante (FREE, 1993).

Los insectos polinizadores más importantes son las abejas solitarias, abejorros y abejas melíferas. Otros insectos visitan igualmente flores de muchos cultivos y son polinizadores esenciales para muchos, sin embargo carecen de suficiente pilosidad en su cuerpo y los patrones necesarios de comportamiento, y probablemente pocos transfieren el polen desde las anteras al estigma de la flor (FREE, 1993).

Según HARDER y BARRET (1993), la cantidad de polen transportado por el insecto depende de las características morfológicas de la flor, distanciamiento entre flores y tiempo de visita del insecto. La estructura y madurez de la antera influye sobre la remoción, ya que de su contacto directo depende la depositación del polen sobre el cuerpo polinizado. Además, determina la zona del cuerpo del insecto sobre la que se ha depositado el polen, y por ende, las pérdidas de polen durante el acicalado.

La polinización del maqui es realizada por insectos, especialmente moscardones (HOFFMAN, 1982). A lo anterior PAREDES (1989), señala que los insectos del orden Hymenoptera son los principales visitantes de las flores de murta, seguidos en importancia mucho menor por especies del orden Coleoptera y Diptera.

2.2.5.2 Polinización anemófila. Las plantas con polinización anemófila producen grandes cantidades de polen, debido a que se trata de un sistema de transferencia pasivo. El polen posee mayor dispersión y permanencia de tiempo en el aire, teniendo así oportunidad de ser captado por el estigma receptor (WHITEHEAD, 1983).

Las flores de estas plantas en general carecen de medios de atracción, suelen ser unisexuales, las masculinas (estambres) son más abundantes que las femeninas, su polen es liso en su superficie y pulverento (EHRENDORFER, 1986).

### **2.3 El maqui.**

El maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) es un árbol perteneciente a la familia de las Eleocarpaceae. Esta familia está compuesta por 10 géneros y alrededor de 400 especies, las que se encuentran distribuidas en las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo (con excepción del continente africano) (HOFFMAN, 1982). El género *Aristotelia* está representado por 5 especies, distribuida en las zonas templadas del Pacífico Sur, encontrándose en Chile, Argentina, Nueva Zelandia, Australia e Isla Tasmania (SILVA y BITTNER, 1992)

En Chile se encuentran dos géneros de dicha familia (*Aristotelia* y *Crinodendron*) con tres especies, siendo el más abundante el maqui, que se encuentra en la zona central y sur de nuestro país y en el suroeste de Argentina, donde se conoce con el nombre de koelon (HOFFMAN, 1982; SILVA y BITTNER, 1992).

El género fue bautizado por L'Heritier en honor a Aristóteles y el nombre maqui es de origen mapuche (MONTES y WILKOMIRSKY, 1985).

**2.3.1 Descripción morfológica.** MATTHEI (1995), señala que ésta familia presenta árboles de hojas enteras, alternas u opuestas., con estípulas presentes. También en esta familia se pueden encontrar especies con flores hermafroditas, actinomorfas, las flores dispuestas en racimos, panículas o son solitarias, hipóginas, sin epicáliz. Sépalos 4 a 5, libres o connados. Pétalos 4 a 5, libres o connados en la base, enteros o laciniados en el ápice. Estambres numerosos. Ovario súpero.

La morfología del maqui corresponde a un arbusto de 4 a 5 metros de altura, de tronco dividido en ramas delgadas y flexibles, cuya corteza es lisa y clara, blanda y desprendible fácilmente en tiras. Presenta hojas perennes, simples, con estípulas caedizas, opuestas, con un pecíolo rojizo de 1.5 a 2 centímetros, con forma oval-lanceolada, borde aserrado, color verde claro brillante y nervadura reticular marcada, su textura es corácea y de un largo entre 4 a 9 centímetros (HOFFMAN, 1982) (Figura 2).

La cara superior de las hojas es muy brillante, además por carecer de pelos en las hojas, éstas sufren de continua evaporación, lo que se relaciona con su capacidad de desarrollarse en hábitat más bien específicos (URBAN, 1934).

Es una especie dioica, con flores femeninas y masculinas en plantas distintas. Las flores unisexuales forman umbelas de 2 a 3 unidades, que nacen de las axilas de las hojas, en donde cada flor está provista de 5 sépalos lanceolados, algo pilosos, encontrándose en forma alterna a estas los pétalos amarillentos, que son un poco más largos que los sépalos y de forma ovada (HOFFMAN, 1982). A diferencia RODRIGUEZ (1983), señala que la inflorescencia corresponde a un corimbo paucifloro de 2 a 4 flores axilares.

Las flores de maqui presentan un promedio de 5 sépalos y 5 pétalos en flores de ambos sexos; son de color amarillo pálidas, de 5 a 6 mm de diámetro, con un cáliz de sépalos lanceolados, agudos, pubérulos, casi enteramente libres, de 2 a 2,5 mm de largo y 1 a 1,5 mm de ancho, con pétalos transovados, de 3 a 4 mm de largo (CARDENAS, 1998; HOFFMAN, 1982).



**FIGURA 2. Planta de *Aristotelia chilensis*.**

URBAN (1934), señala que las flores son hermafroditas o unisexuales con el sexo atrofiado, las flores masculinas están constituidas por 10 a 15 estambres, distribuidos en dos verticilos que rodean al pistilo rudimentario, presenta anteras vellosas y largas que se encuentran sobre filamentos cortos y delgados, saliendo el polen por aberturas situadas en el extremo de las primeras. Según RODRIGUEZ (1983), las flores femeninas presentan un ovario

grueso, verdoso, trilobular, estilo corto y estigma trífido, mientras que los estambres están reducidos a estaminodios.

Gori citado por CARDENAS (1998), señala que en el maqui la duración promedio de una flor femenina es de 6,5 días, siendo menor que en las flores masculinas donde alcanzó 7,2 días. En esta especie, las flores senescentes se mantienen por varios días en la planta, especialmente las masculinas, pero la medición de longevidad floral citada, sólo abarcó el período en que la flor es funcional en términos reproductivos. La flor masculina puede permanecer más tiempo sin presentar colapso de sus distintas estructuras y abscisión de la corola, debido a que los cambios florales manifestados como senescencia ocurren relativamente más rápido, cuando se deben a la polinización, que cuando sólo siguen al término de la viabilidad floral.

El fruto maduro corresponde a una baya redonda, negra brillante, de 4 a 5 milímetros de diámetro, que presenta 2 a 4 semillas angulosas de 3 mm de largo y 2 mm de ancho (RODRIGUEZ, 1983).

**2.3.2 Distribución geográfica.** El maqui es una especie endémica de los bosques subantárticos y prospera en la zona comprendida entre los paralelos 31 y 40, lo que corresponde a la zona entre Illapel y Chiloé (URBAN, 1934 y HOFFMAN, 1982).

En Chile se distribuye desde la provincia de Limarí (IV Región) hasta la provincia de Aysén (XI Región), tanto en el valle central como en los faldeos de ambas cordilleras, desde cerca del nivel del mar hasta los 2500 metros sobre el nivel del mar. También se encuentra en el Archipiélago de Juan Fernández, donde fue introducido a principios del siglo XX (RODRIGUEZ, 1983).

**2.3.3 Hábitat natural.** Esta especie prefiere los lugares húmedos y ricos en tierra vegetal, pero se encuentra, además en las laderas de los cerros y bordes de bosques. Es de las primeras especies que invaden los terrenos recién rozados, y éstas asociaciones mono-específicas reciben la denominación de “macales”, que sirven para proteger al suelo de la erosión (HOFFMAN, 1982).

A lo anterior RODRIGUEZ (1983), agrega que se desarrolla como una especie secundaria, preferentemente en suelos húmedos, quebradas, faldas de los cerros o márgenes de los bosques y añade que los “macales” sirven para proteger al suelo de la erosión. En el Archipiélago de Juan Fernández crece formando extensos matorrales en los valles y penetrando en el bosque para alcanzar, en algunos lugares, alturas más o menos considerables.

**2.3.4 Fenología.** GIL-ALBERT (1980), define estado fenológico como el aspecto exterior de yemas flores y brotes, flores y frutos a lo largo del período de actividad vegetativa de la planta y fenología al estudio del ritmo de sucesión en el tiempo, de estos estados.

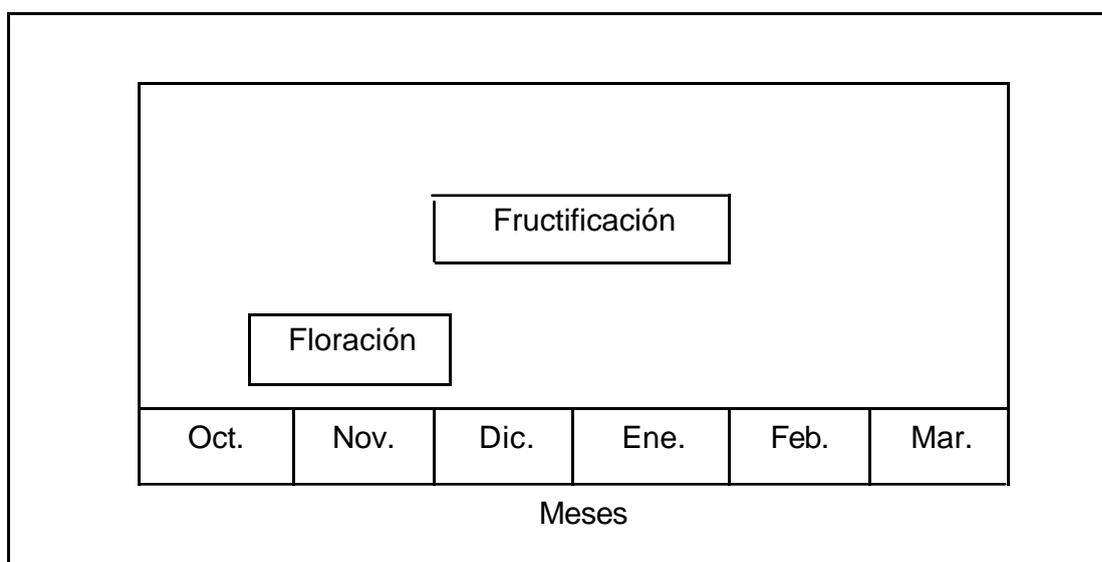
El estudio fenológico permite evaluar la adaptabilidad de las especies frutales a determinadas condiciones del medio. De tal manera que puede permitir un mejor manejo de herramientas culturales como la poda, fertilización, polinización, raleo, cosecha, etc (MEDEL y ORUETA, 1986).

El inicio de la floración equivale al momento en que se abren las primeras flores y el fin de la misma ocurre cuando el 80% de los pétalos han caído (Terrataz 1980, citado por ESPINOZA, 1984). Pero para GIL-ALBERT (1980) el fin de la floración queda determinado por el instante en que se ha producido la fecundación, cuando los pétalos se marchitan y caen.

La fructificación comprende la fecundación, el desarrollo y madurez del fruto y su inicio da término a la floración; sin embargo en algunas ocasiones esto no ocurre, debido a que puede no lograrse la formación del fruto pero de igual manera se dará término a la floración (GIL-ALBERT, 1980).

Según Terrataz citado por ESPINOZA (1984), el comienzo de la madurez corresponde a la aparición de los primeros frutos maduros, alcanzándose la plenitud de la etapa cuando el 50% de los frutos han sido cosechados, coincidiendo el fin de la madurez con la última cosecha.

*A. chilensis* florece desde inicios del mes de octubre, hasta fines de noviembre y los frutos maduran entre diciembre y enero, alcanzando una coloración negra (RODRIGUEZ, 1983) (Figura 3).



**FIGURA 3. Estados fenológicos de maqui en la X Región de Chile.**

FUENTE: Adaptado de RODRIGUEZ (1983).

CARDENAS (1998), agrega que los arbustos femeninos anticipan su floración algunos días, respecto a los masculinos. Además, esta especie florece en forma masiva, término empleado por Bawa citado por CARDENAS (1998), para describir las especies que presentan floraciones abundantes por cortos períodos de tiempo.

**2.3.5 Usos.** Los indígenas huilliches de San Juan de la Costa elaboraban harina de maqui (ARMESTO, 1995).

ZIN y WEISS (1998), señalan algunos usos de índole medicinal de ésta especie: el fruto sirve contra diarreas y disentería, el jugo de las hojas es específico para las enfermedades de la garganta, las hojas machacadas pueden servir como cataplasmas en tumores y también para apaciguar la fiebre, además el maqui sirve para afirmar el pelo.

La madera es muy blanda por lo que no presenta aplicaciones técnicas de importancia; sin embargo es utilizada en artesanía popular y en la fabricación de algunas varas, molduras, etc. Su fruto comestible es muy conocido y con él se preparan jugos y bebidas alcohólicas por fermentación (RODRIGUEZ, 1983).

Según SILVA y BITTNER (1992), se ha determinado que en los frutos del maqui se encuentran antocianidinas que serían las responsables de su pigmentación púrpura y por lo que es utilizado en la adulteración de vinos.

Experiencias con extractos de ésta especie, utilizados con el fin de controlar *Ditylenchus dipsaci* en ajo, arrojaron resultados positivos, reduciendo la densidad de nemátodos y síntomas de la enfermedad (INSUNZA y VALENZUELA, 1995).

Dentro de un análisis de la composición de las plantas chilenas, se encontró que *A. chilensis* presenta actividad biológica frente a *Sarcina lutea* y *Staphylococcus aureus* y además presentó actividad antitumoral en KB (carcinoma nasofaríngeo) (SILVA Y BITTNER, 1992).

## **2.4 La murta.**

La murta (*Ugni molinae* Turcz.) es un arbusto siempre verde que pertenece a la familia de las Mirtáceas (URBAN, 1934; HOFFMANN, 1982).

En Chile existen tres especies de murtila: *Ugni molinae* Turcz., *Ugni candollei* (Barn.) Berg. y *Ugni selkirkii* (H. et A.) Berg; las dos primeras se encuentran en el territorio continental y la tercera en la isla Juan Fernández. Se diferencian entre sí por características morfológicas, especialmente coloración de los tricomas o vellosidades del tallo, tamaño y forma de las hojas y coloración del fruto (MUÑOZ, 1966).

La especie más abundante es *Ugni molinae* Turcz. o murtila roja, de la que se ha sugerido tiene potencial como frutal arbustivo debido a la peculiaridad del sabor y aroma de su fruta (MUÑOZ, 1966).

**2.4.1 Descripción morfológica.** Esta especie suele alcanzar hasta 2 metros de altura en hábitat muy húmedo. En cambio, en áreas más secas es de reducido tamaño. El tronco es esbelto y ramoso, las ramas viejas son de color café ceniciento y agrietadas en contraste con los brotes nuevos que son tometosos y rojizos. Posee hojas cortamente pecioladas, oval oblongas, opuestas y de ápice agudo que pueden alcanzar entre 2 a 2,5 centímetros de longitud (URBAN, 1934).

Normalmente su desarrollo es rápido si se encuentra ubicada en suelos húmedos de buena calidad. Su crecimiento en altura no es el que normalmente

alcanzan las plantas que poseen tallo único, sin embargo, a los 2 o 3 años de edad pueden alcanzar hasta 1 m. de altura. Alrededor de los 4 a 5 años estas plantas producen sus primeras flores. Este proceso se adelanta considerablemente cuando estas plantas son reproducidas por vía asexual (RODRIGUEZ, 1986).

Sus hojas son perennes, simples y sin estípulas, elíptico-lanceoladas, con borde entero, de color verde y sus hojitas terminales son rojizas de 0,5 a 1 cm de ancho y 1,5 a 4,5 cm de largo (ZEVALLOS y MATTHEI, 1992).

Sus flores se caracterizan por ser de tipo peduncular, solitarias, axilares, largamente pedunculadas y hermafroditas. Los estambres son numerosos (40 a 60) y el estilo más largo que los estambres (HOFFMAN, 1982).

Posee flores con 5 sépalos unidos en la base y doblados hacia fuera. Sus 5 pétalos son angostos, redondeados y terminados en punta (HOFFMANN, 1982). Según CARDENAS (1998), la longevidad de las flores varía entre 3 y 5 días.

En cuanto al fruto, la murta es una baya rojiza, con unas 30 semillas pequeñas, cuyo tamaño fluctúa entre 6 y 10 mm (NOVOA, 1982). VENEGAS *et al.* (1993), agregan que es un fruto pequeño y liviano, cuyo contenido de sólidos solubles es comparable al de la frambuesa y frutilla, pero con acidez titulable inferior a la de estos (1.008 meq NaOH/100g). Lo que significa que la murta, como fruto presenta una menor capacidad de resistir largos períodos de almacenamiento, ya que su descomposición es más rápida. El número de semillas por fruto presenta una alta variabilidad y no está asociado con el calibre o tamaño de éste (Figura 4).



**FIGURA 4. Frutos de *Ugni molinae*.**

**2.4.2 Distribución geográfica.** La murta es característica de las regiones del sur de Chile, ubicándose preferentemente en los sectores costeros y en los faldeos de la precordillera de los Andes (MEDEL, 1981).

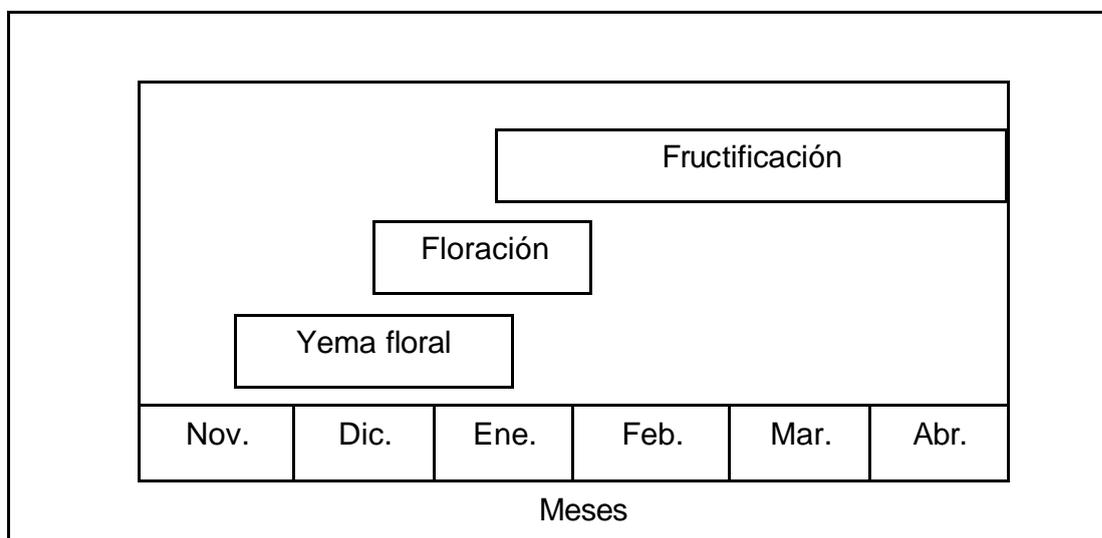
Se distribuye desde Talca hasta el río Palena, en la parte norte de su dispersión habita principalmente en la costa; mas al sur, se distribuye también hacia el sector cordillerano andino. Existe, además en la isla de Juan Fernández (HOFFMAN, 1982).

**2.4.3 Hábitat natural.** Crece en suelos de baja fertilidad y buen drenaje. En lugares de baja accesibilidad, se presentan superficies considerables, creciendo sola o asociada con el bosque natural. Junto con el trabajo agrícola y posterior reforestación, su superficie ha ido reduciéndose paulatinamente (GUTIERREZ, 1988).

RAMIREZ *et al.* (1980), añaden que prospera en terreno despejado relativamente seco y asoleado pero con buen drenaje, desde el nivel del mar hasta los 600 metros de altura; además es muy abundante en los bosques de coigue y ulmo, formando un sotobosque denso especialmente en lugares intervenidos.

Alrededor de un 90% del suelo, en los que se desarrolla esta planta, son clasificados de malo a muy malo, en términos de fertilidad. Por eso no es extraño que la murta se encuentre en los suelos muy pobres (CAMPO SUREÑO, 2003).

**2.4.4 Fenología.** En la X Región el crecimiento primaveral se inicia a fines de agosto y comienzos de primavera. Se puede visualizar un botón rosado y cerrado a fines de noviembre y principios de diciembre. El estado de plena floración se observa a partir de la última semana de diciembre y la maduración de los frutos ocurre entre marzo y abril (MEDEL, 1980) (Figura 5).



**FIGURA 5. Estados fenológicos de murta en la X Región de Chile.**

FUENTE: Adaptado de CARDENAS (1998).

Según SEGUEL (1986), el pistilo de esta especie madura primero, aunque por lo general, la diferencia con la maduración de los estambres es mínima.

**2.4.5 Usos.** Esta especie posee propiedades aromáticas, estimulantes y astringentes, bastante apreciadas (ZIN y WEISS, 1998).

Las hojas de murta contienen una gran cantidad de compuestos polifenólicos, terpenos y taninos. Los primeros tienen una gran importancia en la dermatocósmética por sus efectos correlativos y neutralizantes del estrés oxidativo y la fatiga hormonal, lo cual disminuye el estrés cutáneo, y por consecuencia, retarda los signos de envejecimiento cutáneo (LEVINIA MANFREDINI, 2003).

VENEGAS *et al.* (1993), señala que la especie tiene un gran potencial como frutal arbustivo debido a la peculiaridad del sabor y aroma de su fruta.

En el Instituto de Investigación Agropecuarias (INIA) del Ministerio de Agricultura, identificaron altas propiedades medicinales y de uso cosmético de la murta, que desde antes de la conquista española acompañaban la alimentación y bebidas alcohólicas del pueblo indígena (CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 2003).

La semilla contiene un alto grado de ácidos grasos insaturados como consecuencia de su elevado contenido de ácido linoleico (78.7%), lo que mejora su potencial como aceite comestible. El ácido linoleico, también constituyente importante del fruto de la murta, es un nutriente esencial en la síntesis de prostaglandinas, generación de membranas celulares, mecanismos de defensa y regeneración de tejidos. De allí que laboratorios de cosméticos chilenos han elaborado con éxito una amplia gama de productos provenientes de extractos

esenciales obtenidos de la hoja de murta (CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 2003).

### 3 MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Ubicación del ensayo.

El ensayo sobre *A. chilensis* se realizó en la Estación Experimental Santa Rosa, predio perteneciente a la Universidad Austral de Chile; ubicado a 5 kilómetros de la ciudad de Valdivia, provincia de Valdivia, X Región, Chile, aproximadamente entre los paralelos 39° 45'36" y 39°47'30" de latitud sur y los meridianos de longitud oeste 73°14'15" y 73°13'15", dentro del cual se encuentran ubicadas las plantas de maqui, en forma silvestre.

Para *Ugni molinae*, el área de estudio se localizó en el Arboretum de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile (Isla Teja, Valdivia) que se encuentra ubicado entre los paralelos 39°30' de latitud sur y el meridiano 74°04' de longitud oeste.

La segunda parte de la investigación, que consistió en el análisis del material recolectado, fue llevada a cabo en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias pertenecientes a la misma universidad.

#### 3.2 Características edafoclimáticas del lugar de estudio.

El predio Santa Rosa presenta una topografía ondulada con 91-95% de pendiente y se encuentra aproximadamente a 12 m.s.n.m. (NISSEN, 1974). Por su parte el Arboretum se caracteriza por presentar lomajes fuertemente ondulados y alturas que oscilan entre los 9 y 60 m.s.n.m. (SCHLEGEL, 1983).

En cuanto al clima, este resulta similar al marítimo, debido a la cercanía que presenta al mar y a la gran hoya hidrográfica compuesta por los ríos

Valdivia y Cruces; de tal forma presenta un período libre de heladas de alrededor de 180 días desde mediados de octubre hasta marzo (MONTALDO, 1986 y MONTALDO, 1987). SCHLEGEL (1983), añade que el clima corresponde al tipo templado húmedo, con una cierta influencia mediterránea, que se manifiesta por una fuerte disminución de las precipitaciones en el periodo estival, además se caracteriza por la presencia de vientos predominantes del norte y del oeste.

### **3.3 Materiales.**

Los materiales utilizados para la realización del ensayo se detallan a continuación:

**3.3.1 Materiales de terreno.** Cintas de papel engomado, sobres de papel sueco, tijeras, placas de vidrio, bandejas plásticas, pinzas de punta fina, pincel muy fino (2-3 pelos), hilos de colores, plumones de punta fina, planillas de control y frascos de vidrio.

**3.3.2 Materiales de laboratorio.** Los que se pueden dividir en los siguientes grupos:

- a) Reactivos: alcohol 70%, alcohol 96%, agua destilada, cloroformo, anilina azul, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, ácido acético glacial.
- b) Instrumentos de medición: balanza analítica PRECISA 2200 (0,001 g), balanza analítica SARTORIUS (0,0001 g), calibrador Vernier General (1/10 mm).
- c) Equipos: refrigerador (AEG), microscopio para luz transmitida y epifluorescencia Axiolab ZEISS (400X).
- d) Instrumentos de metal: lupas, pinzas punta fina, agitador
- e) Instrumentos de vidrio: matraces, placas Petri, probetas, pipetas, vasos precipitados, porta y cubre objetos.

f) Otros: etiquetas adhesivas.

### **3.4 Método**

La metodología empleada en el ensayo fue la siguiente:

**3.4.1 Período experimental.** El ensayo se realizó durante la floración de las especies, período comprendido entre los meses de octubre-noviembre, para el caso del maqui, y entre diciembre y enero, para la murta.

**3.4.2 Diseño experimental.** Para el caso del maqui se aplicó un diseño completo al azar con 16 tratamientos y tres repeticiones para cada uno, tratamientos referidos, en su totalidad, a polinización cruzada, para lo cual se abarcaron racimos de flores aproximadamente similares en número y madurez; el polen necesario para la polinización se obtuvo del arbusto macho más cercano. En la murta se utilizó igualmente un diseño completo al azar, con nueve tratamientos y cinco repeticiones para cada uno, siendo en su totalidad tratamientos de polinización cruzada, para lo cual antes de la polinización cada flor fue emasculada.

**3.4.3 Descripción de los tratamientos.** Con el fin de determinar el período de receptividad del estigma en ambas especies, se realizó una polinización escalonada, la cual consistió en polinizar y recolectar las flores a diferentes tiempos desde inicio de floración. De esta manera, el primer paso consistió en aislar cada ramilla, en bolsas de papel sueco y cuando las flores comenzaron a abrir fueron polinizadas, en el caso del maqui o previamente emasculadas, para la murta y recolectadas de acuerdo a cada tratamiento.

Cada uno de los tratamientos sigue básicamente el mismo procedimiento, sólo difieren en las horas, desde la apertura de la flor a la polinización y de ésta a la recolección de las flores.

En el ensayo de maqui se contemplaron 16 tratamientos, los que se presentan en el siguiente cuadro:

**CUADRO 1. Tratamientos para evaluar el período de receptividad del estigma de *Aristotelia chilensis*.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Momento de polinización (horas desde apertura de flor)</b>	<b>Retiro de flor (horas después de polinización)</b>
1	24	24
2	24	48
3	24	72
4	24	96
5	48	24
6	48	48
7	48	72
8	48	96
9	72	24
10	72	48
11	72	72
12	72	96
13	96	24
14	96	48
15	96	72
16	96	96

Para el ensayo de murta se contemplaron 9 tratamientos, los que se presentan en el siguiente cuadro:

**CUADRO 2. Tratamientos para evaluar el período de receptividad del estigma de *Ugni molinae*.**

Tratamientos	Polinización (horas después de emasculación)	Retiro de flor (horas después de polinización)
1	24	24
2	24	48
3	24	72
4	48	24
5	48	48
6	48	72
7	72	24
8	72	48
9	72	72

Una vez recolectadas las flores polinizadas, de ambas especies, se depositaron en solución fijadora Carnoy, compuesta de cloroformo, ácido acético y alcohol etílico en una relación de 4:1:3 por 72 horas, luego de la fijación, las flores fueron sumergidas en alcohol al 70%, para su conservación hasta el momento de su análisis.

**3.4.4 Mediciones y observaciones.** Las mediciones y observaciones se realizaron durante el período de floración una vez al día (alrededor del medio día).

**3.4.5 Evaluación del período de polinización efectiva de la flor de maqui.** Para la observación de la emisión del tubo polínico se utilizó la técnica de microscopía de fluorescencia (MARTIN, 1958). Las flores de los tratamientos fueron procesadas utilizando las siguientes técnicas:

3.4.5.1 Extracción de pistilos. Consistió en el ablandamiento de los tejidos, que en este caso correspondieron a los pistilos; para lo cual se preparó una solución de NaOH 4N. Para ello se retiraron todos los pistilos de las flores, separados por tratamiento, siendo posteriormente colocados en solución, para ablandar tejidos durante 2 horas. Luego los pistilos fueron lavados con agua destilada, repetidas veces, con el fin de eliminar los excesos de NaOH del tejido.

3.4.5.2 Preparación de la anilina. Se pesaron 0,0768 g de hidróxido de potasio y 0,01 g de anilina azul, luego se colocaron en un vaso precipitado y se agregó 10 ml de agua destilada, para posteriormente ser llevada a un agitador por un período de tiempo de 2 – 3 horas hasta lograr la decoloración de la anilina (YOUNG y SHERMAN, 1978).

Posteriormente los pistilos fueron colocados en la solución de anilina e hidróxido de potasio por 15 minutos. Transcurrido este tiempo se procedió al montaje de las muestras para su observación en el microscopio de fluorescencia, con aumentos de 20X y 40X, evaluando la emisión de tubos polínicos y el grado de avance en el estilo, de acuerdo a la metodología descrita por BURGOS *et al.* (1991), se evaluó con nota de 1 a 3 el grado de avance registrado, dividiendo el ocular en tercios para, de esta manera, determinar el grado de avance, siendo la nota 1 la menor elongación y 3 la máxima.

#### **3.4.6 Evaluación del período de polinización efectiva de la flor de murta.**

Para la observación de la emisión del tubo polínico se utilizó la técnica de microscopía de fluorescencia (MARTIN, 1958). Las flores de los tratamientos fueron procesadas utilizando las mismas técnicas empleadas en la especie maqui, tanto para la extracción de pistilos como la preparación de la anilina; con la salvedad de la concentración de la solución y el tiempo utilizado para ablandar tejidos, que fueron NaOH 8N y 24 horas respectivamente.

**3.4.7 Determinación del desarrollo de los frutos de maqui y murta bajo condiciones de aislamiento de los polinizadores.** Para ello se recolectaron los frutos de cada tratamiento, por separado, utilizando el índice de madurez de color, para luego ser pesados y medidos, en su diámetro polar y ecuatorial. De esta manera se determinó la influencia del tiempo de polinización, en las características de fructificación, de cada especie.

### **3.5 Tratamiento de los datos obtenidos.**

Los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas de normalidad, para verificar si tenían distribución normal (STEEL y TORRIE, 1988).

Una vez realizadas las pruebas de normalidad, los datos fueron sometidos a la prueba de homogeneidad de la varianza, mediante el uso de la prueba estadística de Bartlett's con un nivel de significancia de 5% (STEEL y TORRIE, 1988).

Similarmente, los datos que no cumplían con las pruebas de normalidad y homogeneidad de la varianza, fueron sometidos a la prueba no paramétrica de Mann-Whitney. Si existían diferencias significativas entre los tratamientos se efectuó una prueba específica de Tukey, con un nivel de significancia del 5%.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSION.

### 4.1 Determinación del período efectivo de polinización en maqui.

Los resultados obtenidos de la elongación del tubo polínico de las polinizaciones escalonadas, se presentan en el Cuadro 3.

**CUADRO 3. Elongación del tubo polínico en las polinizaciones escalonadas de *A. chilensis*.**

Polinización (horas)	Número de flores	Promedio (nota 1-3)	
24	240	1.600	c*
48	240	2.425	b
72	240	2.650	a
96	240	2.683	a

\* Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa al test no paramétrico de Mann –Whitney, con un nivel de 95% de confiabilidad.

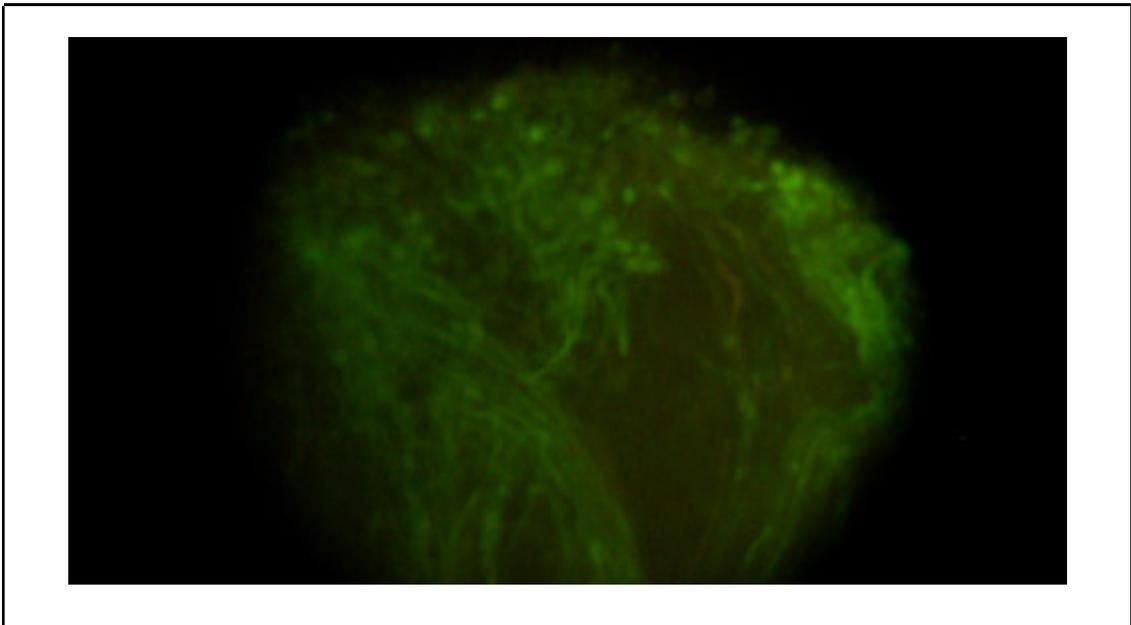
El resultado logrado en el análisis estadístico (Cuadro 3), explica que existieron diferencias significativas entre los tratamientos de polinización escalonada, con respecto a la elongación de los tubos polínicos, con excepción de las polinizaciones a las 72 y 96 horas, siendo estos últimos, los tratamientos con mayor elongación. En la Figura 6, se observan los tubos polínicos avanzando a través del estilo, en flores de *A. chilensis*.

Las flores de maqui se encontraban receptivas desde las 24 horas después de la antesis, sin embargo, es importante destacar que los resultados de este ensayo indican que la receptividad estigmática, a las 24 horas después

de la antesis, es estadísticamente menor respecto a los otros tiempos desde antesis estudiados.

La receptividad al polen se presentó en todos los tiempos después de antesis estudiados, confirmando lo señalado por BONOMETTI (2000), que las flores de maqui responden a la presencia de polen compatible hasta 4 días después de la antesis (96 horas) no pudiendo confirmar o rechazar lo señalado por el autor, que éste sería el período máximo de receptividad.

HORMAZA y HERRERO (1996), señalan que las flores que no presentan sus estigmas receptivos no permiten que se produzca la adhesión del grano de polen en la superficie estigmática y por lo tanto no existirá desarrollo del tubo polínico.



**FIGURA 6.** Tubos polínicos avanzando a través del estilo, en flores de *A. chilensis*, observados mediante microscopio de fluorescencia (40X).

En cuanto a la elongación de los tubos polínicos, con respecto al retiro de la flor, lo que equivale al corte de estigma (Anexo 5), se observan diferencias estadísticamente significativas, después de 96 horas de polinizadas. Respecto a lo anterior EL – AGAMY *et al.* (1982), explican el caso de blueberries, donde el grado de avance de los tubos polínicos, ocurrió dentro de las 24 horas de polinizadas las flores y el crecimiento se completó, dentro de las 72 horas.

Se observa que no existen diferencias significativas (Anexo 3) en la elongación del tubo polínico, en la evaluación de las flores obtenidas de tres plantas de *A. chilensis*, lo que pudiera deberse a que las ramillas seleccionadas de cada planta, se encontraban al interior del follaje, situación que le confiere uniformidad, en condiciones climáticas, al no estar tan expuestas, y que explicaría los resultados obtenidos en éste parámetro.

#### **4.2 Análisis de fructificación, según los tratamientos de polinización realizados en maqui.**

Se evaluó el peso y los diámetros polar y ecuatorial de los frutos, con respecto a las diferentes tiempos de polinización post antesis (24, 48, 72 y 96 horas) y la de los arbustos en que se llevaron a cabo los tratamientos.

**4.2.1 Peso de los frutos.** Los resultados del análisis estadístico del peso de los frutos, en las distintas plantas estudiadas, se muestran en el Cuadro 4.

Del Cuadro 4 se desprende que no existen diferencias estadísticamente significativas, en los pesos de frutos de las diferentes plantas utilizadas, al presentar los frutos de todas ellas pesos promedios similares. Aunque al comparar los resultados con los pesos obtenidos en polinizaciones realizadas en forma natural, cuyo promedio, obtenido por BONOMETTI (2000), fue de 0,163 g., la polinización natural presenta un mayor peso promedio de frutos, lo que pudiera explicarse por una deficiente polinización manual, ya sea por

insuficiencia o exceso de polen compatible que entró en contacto con el estigma receptivo, al aislamiento al cual fue sometido inicialmente, o bien a ambos.

**CUADRO 4. Peso promedio de los frutos, en las distintas plantas de *A. chilensis* polinizadas manualmente.**

Planta	Número de frutos	Peso promedio (g)
1	79	0.073862 a*
2	71	0.049895 a
3	71	0.063573 a

\* Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa al test no paramétrico de Mann –Whitney, con un nivel de 95% de confiabilidad.

Relacionado, con lo citado anteriormente, SEGUER (1986), menciona que al efectuar una polinización en forma manual, se maximizan las condiciones de polinización, situación que difiere con los resultados obtenidos en la presente investigación y ello podría deberse a una saturación del estigma con demasiado polen, siendo afectada la fecundación, produciéndose frutos sin semilla y con menor peso promedio.

Otra explicación para haber obtenido frutos relativamente pequeños; pudo ser debido a que se produjo un limitante microambiente, al interior del sobre, utilizado para evitar la interferencia de los insectos polinizadores, situación que pudo influir en el normal desarrollo del fruto, en relación a factores tan importantes como luz, oxígeno, aireación en general, ninguno de los cuales se midió para definir sus efectos.

Al analizar la influencia de los factores climáticos sobre la floración, LESLEY y BRINGHURST (1951), señalan que existe una posible relación entre la humedad, la dehiscencia de las anteras y la liberación de los granos de polen. CALABRESE (1992), señala que tiene gran importancia el estado

higrométrico de la atmósfera, como responsable del grado de receptividad del estigma.

LESLEY y BRINGHURST (1951), indican que existe una correlación entre la temperatura y la apertura floral. GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), señalan que pequeñas variaciones de temperatura pueden determinar que en un huerto se fecunden flores y en el huerto vecino no.

El viento es otro factor importante que incide en la polinización y rendimiento de una especie, ya que días ventosos, con vientos superiores a 10 km/hr dificultan el movimiento de los insectos, además si los vientos son secos y deshidratantes, influyen negativamente en la fecundación; y si son fríos, restringen la polinización por baja actividad de insectos polinizadores y reducen el crecimiento del tubo polínico (BEKEY, 1989; CALABRESE, 1992).

FREE (1993), señala que con el uso de malla entomológica, para aislar las flores de la visita de los insectos, se producen alteraciones en las condiciones ambientales predominantes, tales como viento, humedad y luminosidad, lo cual explicaría el bajo peso de los frutos de *A. chilensis*, en el presente ensayo, lo anteriormente expuesto se corrobora con la presencia de *Forficula auricularia*, que indican la baja luminosidad que se presentaba al interior de los sobres de papel.

En cuanto al peso de los frutos, en relación al momento de polinización, los resultados se presentan en el Cuadro 5, se observan diferencias significativas entre los tratamientos de 24 y 48 horas a los 72 y 96 horas, donde las primeras desarrollaron los frutos de mayor peso, lo que pudo deberse a que si bien en la flor femenina, el estigma muestra pruebas de receptividad durante todo el período de post anthesis estudiado (24 a 96 horas), se observó que su paso a la senescencia es rápido, lo que se manifiesta como necrosis de la

superficie estigmática. Lo anterior concuerda con lo observado por CARDENAS (1998), que señala que en las flores femeninas, el estado de senescencia se caracterizaron por cambios morfológicos, como oscurecimiento del estigma y engrosamiento del ovario.

**CUADRO 5. Peso promedio de los frutos de *A. chilensis* obtenidos en distintos tiempos de polinización post antesis.**

Polinización (horas)	Número de frutos	Peso promedio (g)	
24	58	0.09191	a*
48	55	0.08595	a
72	54	0.02646	b
96	54	0.04451	b

\* Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa al test no paramétrico de Mann –Whitney, con un nivel de 95% de confiabilidad.

Se presentó la situación de que muchos frutos no se desarrollaron por completo, abortando tempranamente; una posible causa pudo ser una polinización deficiente, influyendo en la fecundación y número de semillas presente en el fruto, como fue ya explicado.

**4.2.2 Diámetro polar de los frutos.** Los resultados obtenidos del análisis estadístico, del diámetro polar, provenientes de los frutos de las diferentes plantas de maqui (Anexo 8), muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las plantas lo que pudiera ser explicado, al igual que en el caso del peso de los frutos, a una homogeneidad de las condiciones climáticas imperantes al momento de aplicar cada tratamiento y también pudo deberse a que son plantas muy similares en tamaño y edad.

El resultado del análisis estadístico, de la evaluación del diámetro polar de los frutos, cosechados en los diferentes tratamientos se presenta en el Cuadro 6.

**CUADRO 6. Diámetro polar de los frutos de *A. chilensis* obtenidos en los distintos tiempos de polinización post antesis.**

Polinización (horas)	Número de frutos	Promedio (mm)
24	58	4.2323 a*
48	55	4.0136 a
72	54	2.1500 b
96	54	2.5657 b

\* Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa al test no paramétrico de Mann –Whitney, con un nivel de 95% de confiabilidad.

Del Cuadro 6, se desprende que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de 24 y 48 horas y los tratamientos restantes; éstos últimos son los que presentan frutos con menor diámetro polar. Además los valores obtenidos son similares a los mostrados por BONOMETTI (2000), para polinizaciones manuales en maqui, que presentan un promedio de 3,7 mm de diámetro polar y al comparar con diámetros obtenidos en polinizaciones naturales, cuyo promedio es 6,8 mm, la polinización manual presenta un mayor diámetro polar.

Lo anterior concuerda con lo expuesto en el punto 4.2.1, donde se encontraron las mismas diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con mayores peso en los frutos obtenidos de los tratamientos de polinizaciones de 24 y 48 horas, disminuyendo éste en los tratamientos de 72 y 96 horas, lo que pudo deberse a una mala polinización realizada, como fue explicado anteriormente, ya que son probablemente las mismas causas por las

cuales pudo haber existido diferencia estadísticamente significativa entre los pesos de los frutos.

Es importante hacer notar que tanto el diámetro polar, como el ecuatorial, tienen una relación directa con el tamaño del fruto, siendo directamente proporcionales los valores de peso y diámetros polar y ecuatorial.

**4.2.3 Diámetro ecuatorial de los frutos.** Con respecto al diámetro ecuatorial de los frutos obtenidos de las diferentes plantas, los resultados se presentan en el Cuadro 7.

**CUADRO 7. Diámetro ecuatorial de los frutos, de las diferentes plantas de *A. chilensis*.**

Planta	Número de frutos	Promedio (mm)
1	79	3.6231 a*
2	71	2.7922 a
3	71	3.3295 a

\* Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa al test no paramétrico de Mann –Whitney, con un nivel de 95% de confiabilidad.

Del Cuadro 7 se desprende que no existen diferencias significativas entre las plantas, estos resultados obtenidos son comparables con los presentados en las características de peso y diámetro polar, donde tampoco se presentaron diferencias significativas entre los frutos obtenidos de las plantas de *A. chilensis* estudiadas.

Los resultados de diámetro ecuatorial obtenidos, cuyo valor promedio es de 3,248 mm, nuevamente es inferior a los valores obtenidos por BONOMETTI (2000), con polinización natural, donde el promedio de los diámetros ecuatoriales fue de 6,72 mm.

De igual manera, el resultado de los análisis estadísticos del diámetro ecuatorial con los diferentes tratamientos de polinización, presenta las mismas diferencias significativas que muestran los análisis del peso y el diámetro polar (Cuadro 8)

**CUADRO 8. Diámetro ecuatorial de los frutos de *A. chilensis* obtenidos en los distintos tiempos de polinización post antesis.**

Polinización (horas)	Número de frutos	Promedio (mm)
24	58	4.1400 a*
48	55	3.9763 a
72	54	2.1064 b
96	54	2.6250 b

\* Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa al test no paramétrico de Mann –Whitney, con un nivel de 95% de confiabilidad.

Todo lo anteriormente expuesto permite inferir que en plantas de *A. chilensis* las flores se presentan receptivas, desde las 24 hasta las 96 horas de la antesis y el período de polinización con mayor tamaño de fruto (peso y diámetros polar y ecuatorial) ocurre dentro de las primeras 48 horas, desde la antesis. Lo cual, como se expuso anteriormente, puede deberse a una precaria o deficiente polinización, debido a la rápida senescencia de la flor, a las 72 y 96 horas, ya que si bien las flores estaban receptivas, se pudo producir un aborto de frutos más temprano, lo que se traduciría en una disminución de los parámetros del fruto evaluados en este estudio.

#### **4.3 Determinación del período efectivo de polinización en murta.**

Se observó, bajo microscopía de fluorescencia, que el estigma de la flor de murta es receptivo desde el comienzo de su antesis, ya que la totalidad de los tratamientos presentan algún grado de elongación del tubo polínico, con un mayor desarrollo de éste en los tratamientos de polinización a las 72 horas.

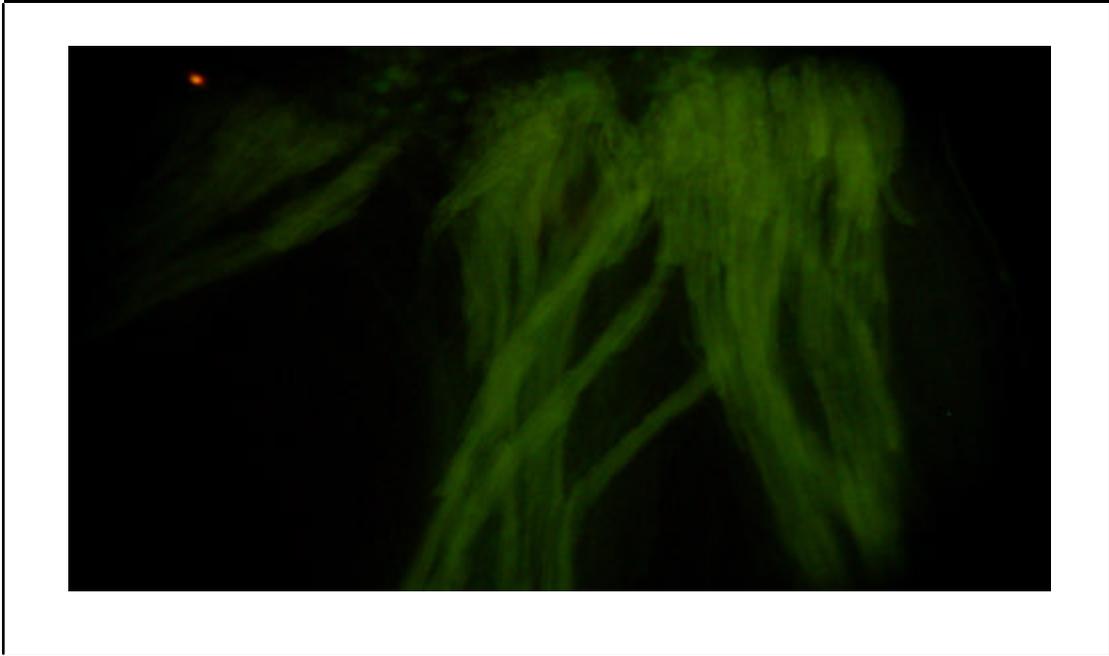
Esto es confirmado por STONE *et al.* (1995), quienes señalan que en experimentos de polinización, los indicadores más comunes que delatan la receptividad del estigma, son la formación del tubo polínico o la formación de frutos.

Además, se pudo observar en la superficie del estigma una secreción cristalina que permitió la germinación del grano de polen; éste es otro factor que permite confirmar que el estigma de la flor se encontraba receptivo, de acuerdo a lo señalado por KNOX (1984), que determinó experimentalmente que el principal requerimiento para la germinación del polen es la presencia de secreción estigmática.

SEDGLEY *et al.* (1995), confirman lo anterior a través de la experiencia en las flores del género *Banksia*, en que el momento de receptividad del estigma ha sido determinado experimentalmente a través de la habilidad para soportar la germinación del grano de polen y por la producción de secreción estigmática.

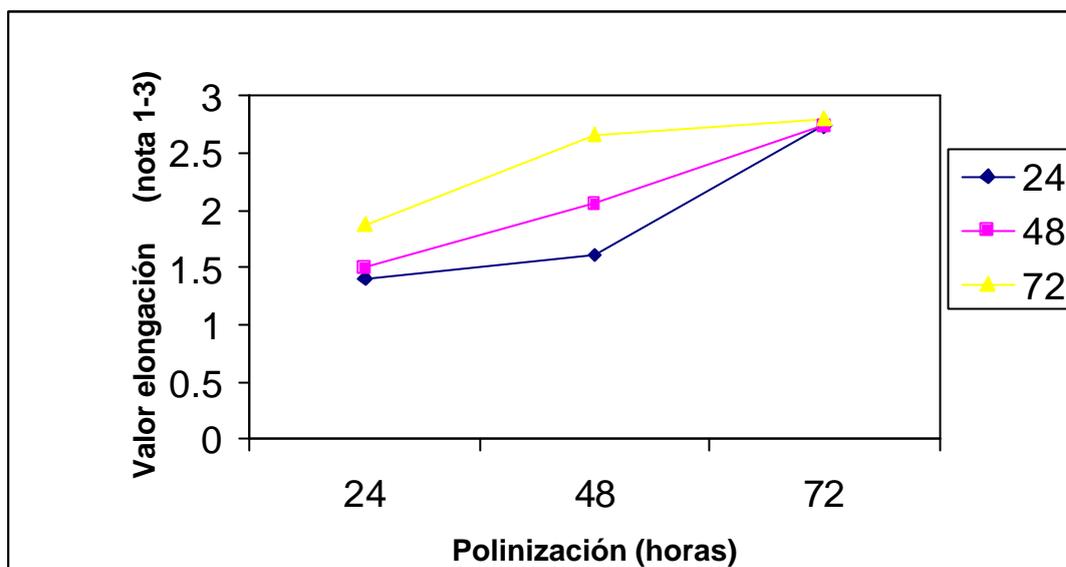
En la Figura 7, se puede observar la fotografía de tubos polínicos avanzando a través del estilo. En la Figura 8 se presentan los resultados obtenidos de la interacción de los distintos tratamientos en relación a la elongación del tubo polínico.

De la Figura 8 se desprende que existen diferencias estadísticamente significativas en el grado de avance de los tubos polínicos, a través del estilo de la flor, al estudiar la interacción de la polinización con el retiro de la flor, al presentar la polinización cruzada de 24 horas y retiro de 24 y 48 horas el menor valor, siendo estadísticamente diferente a los valores obtenidos en las otras polinizaciones escalonadas en el tiempo; donde las mayores elongaciones se obtuvieron de los tratamientos con polinizaciones a las 72 horas.



**FIGURA 7. Tubos polínicos avanzando a través del estilo, en flores de *U. molinae*, observados mediante microscopio de fluorescencia (40X).**

Estos resultados son concordantes con los obtenidos por YOUNG y SHERMAN (1978), los que al evaluar el período de receptividad estigmática en flores de *Vaccinium corymbosum* y *V. ashei*, concluyeron que el mayor porcentaje de avance de los tubos polínicos se producía entre las 48 y 96 horas.



**FIGURA 8.** Elongación de los tubos polínicos en flores de *U. molinae*, en relación a la interacción de los factores polinización y retiro de flor.

#### 4.4 Análisis de la fructificación según los tratamientos de polinización efectuados en murta.

Para esto se evaluó el peso y los diámetros polar y ecuatorial de los frutos, con respecto a las diferentes polinizaciones (24, 48 y 72 horas) y los arbustos en que se realizaron los tratamientos.

**4.4.1 Peso de los frutos.** El análisis estadístico realizado muestra diferencias significativas, con respecto al peso de los frutos, en las diferentes plantas (Cuadro 9).

**CUADRO 9. Peso promedio de los frutos de distintas plantas de *U. molinae*.**

Planta	Número de frutos	Peso promedio (g)
1	39	0.25987 bc*
2	43	0.24112 c
3	44	0.27135 abc
4	42	0.28198 a
5	39	0.28754 ab

\* Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa al test no paramétrico de Mann –Whitney, con un nivel de 95% de confiabilidad.

De este análisis se desprende que los frutos obtenidos de las diferentes plantas utilizadas varían estadísticamente, aunque siendo, los pesos obtenidos, absolutamente concordantes con los resultados encontrados por otros autores; SOTOMAYOR (2000), señala pesos de frutos de murta, obtenidos de polinizaciones manuales y naturales, de 0,25 g y 0,24 g, respectivamente.

El hecho que se presenten diferencias de peso, en los frutos de diferentes plantas, puede deberse a la gran diversidad que de éstas existen, ya que siendo una planta nativa, presentaría un gran pool de variabilidad genética, lo que se vería expresado en diferencias de pesos en los frutos, de las distintas plantas de murta<sup>1</sup>.

En relación a lo anterior HARTMANN y KESTER (1997), señalan que el aspecto y el comportamiento presente de una planta, su fenotipo, resulta de la interacción del genotipo con el ambiente en el cual se está desarrollando la planta. El aspecto de las plantas, de las flores o de los frutos, de plantas

---

<sup>1</sup> MEDEL, F. 2003. Ing. Agr. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

diferentes puede variar debido a efectos del clima, suelo, enfermedades y otras causas.

Del análisis estadístico (Anexo 17) para el peso de los frutos, con respecto a los diferentes tratamientos, se desprende que no existen diferencias significativas, lo que permite inferir que la flor de murta se encontraba, en un estado de recepción de polen compatible, durante las 72 horas, desde su antesis. Esto confirma las observaciones realizadas por CARDENAS (1998), en flores de murta, quien señala que los pistilos se encuentran receptivos con el paso de los días, más oscuros, pero no senescentes.

**4.4.2 Diámetro polar de los frutos.** El resultado del análisis estadístico (Anexo 18), explica que no existió diferencias significativas entre las plantas, en relación a su diámetro polar; presentando valores de diámetro normales, como es señalado por NOVOA (1982), en que los frutos de *Ugni molinae* fluctúan entre los 6 y 10 mm. de diámetro.

A partir del análisis estadístico del Cuadro 10, se observa que existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de polinización, con respecto al diámetro polar.

**CUADRO 10. Diámetro polar de los frutos de *U. molinae*, en las diferentes polinizaciones.**

Polinización (horas)	Número de frutos	Promedio (mm)
24	71	7.28783 b*
48	69	7.25511 a
72	67	6.92941 a

\* Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa al test no paramétrico de Mann –Whitney, con un nivel de 95% de confiabilidad.

Los resultados muestran que existen diferencias entre los tratamientos, donde las polinizaciones a 48 y 72 horas son estadísticamente iguales y difieren del tratamiento 24 horas. Lo anterior permite inferir, que para obtener frutos con mayor diámetro polar, la polinización debería efectuarse entre las 48 y 72 horas, de apertura de la flor.

Si bien, existe una relación entre peso y los diámetros de los frutos, en este caso, tal relación no se da por completo, ya que la diferencia estadística presente en los tratamientos, muestra un rango de variación en el diámetro polar que no se registra en el parámetro peso, analizado anteriormente.

Los datos promedio obtenidos en los tratamientos concuerdan, en cuanto a valores de diámetro, con los resultados obtenidos de LAVIN y VEGA (1996), quienes observaron que los frutos de murta, polinizados bajo condiciones naturales, presentaban como promedio un diámetro polar de 6 mm.

Lo contrario ocurre al comparar los resultados obtenidos por VENEGAS *et al.* (1996), cuyos datos difieren con los obtenidos en este estudio, ya que los promedios polares registrados van de 8,1 a 8,5 mm. Es probable que ésta variación se deba a que los ecotipos utilizados en el estudio, no concuerdan con las plantas utilizadas en el presente ensayo o al manejo que tuvieron las plantas, poda, fertilización, riego, condiciones edafoclimáticas, etc.

**4.4.3 Diámetro ecuatorial de los frutos.** El Cuadro 11 muestra los resultados obtenidos del análisis estadístico del diámetro ecuatorial con respecto a las plantas.

El resultado que arrojó este análisis estadístico, concuerda con los resultados obtenidos en el análisis de peso de los frutos en el punto 4.4.1, en que se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las plantas. La

razón de esta diferencia entre plantas, pudiera deberse a la gran diversidad y variabilidad que de éstas existe, motivo por el cual se desarrollaría un comportamiento y producción de frutos no homogéneo.

Los resultados, aunque varían entre las plantas, se asemejan con los obtenidos por SYLVESTER (1997), quien encontró diámetros ecuatoriales que varían entre los 7,5 y 9,0 mm.; esto indicaría, que si bien se observan diferencias entre plantas, éstas diferencias no afectan los parámetros estudiados en el presente trabajo.

**CUADRO 11. Diámetro ecuatorial de los frutos de *U. molinae* de distintas plantas.**

Planta	Número de frutos	Promedio (mm)
1	39	8.19505 ab
2	43	7.82146 b
3	44	8.28148 a
4	42	8.37863 a
5	39	8.39096 a

\* Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa al test no paramétrico de Mann –Whitney, con un nivel de 95% de confiabilidad.

A partir del análisis estadístico (Anexo 21), se observa que no existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de polinización escalonada, en el diámetro ecuatorial. Pues bien, los resultados son concordantes con los obtenidos en el punto 4.4.1, donde tampoco se registraron diferencias significativas entre los tratamientos, en relación al peso de los frutos de murta. Una posible causa de esto pudo haber sido que la flor de murta se encontraban plenamente receptiva durante el período de polinización, como fue explicado anteriormente para el caso del peso de los frutos de murta.

Lo anteriormente expuesto permite inferir que si bien las plantas de *Ugni molinae* se presentan receptivas desde las 24 hasta las 72 horas de la antesis, no todas presentan un mismo comportamiento en cuanto a las características de los frutos desarrollados, lo cual puede deberse a la gran variabilidad que presentan las especies nativas.

Al comparar, las características de peso y diámetros de los frutos, se observa, que éstos no presentan diferencias significativas, en relación a las polinizaciones escalonadas a las que fueron sometidos. Estos resultados demostrarían que la flor de murta cuenta con un período amplio de receptividad óptima de polen compatible (72 horas), ya que, salvo el parámetro de diámetro polar, los frutos son relativamente uniformes.

## 5 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales fue realizado este estudio y considerando los resultados obtenidos se pueden inferir las siguientes conclusiones:

- Las flores de *Aristotelia chilensis* fueron receptivas durante el total del período de observación (24, 48, 72 y 96 horas), presentando la menor elongación del tubo polínico a las 24 horas.
- Con respecto a la evaluación de los parámetros, peso y diámetro polar y ecuatorial, de los frutos de *Aristotelia chilensis* la polinización realizada dentro de las primeras 48 horas, arroja los frutos de mayor tamaño y peso.
- Las flores de *Ugni molinae* fueron receptivas durante el total del período de observación (24, 48 y 72 horas), presentando la menor elongación del tubo polínico a las 24 horas.
- *Ugni molinae* presenta frutos de peso y tamaño similar, independientes del momento de la polinización del estigma, entre las 24 y 72 horas post antesis

## 6 RESUMEN

El estudio de la evaluación del período de receptividad del estigma en dos especies nativas maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz) y murta (*Ugni molinae* Turcz.), se realizó en el Fundo Santa Rosa, para el maqui, y el Arboretum, para la murta; ambos pertenecientes a la Universidad Austral de Chile. Se determinaron los siguientes parámetros a) el período óptimo de polinización de las flores de maqui y murta, bajo condiciones de campo; b) el desarrollo del tubo polínico en ambas especies, a través de polinizaciones cruzadas manuales en flores receptivas de maqui y murta; c) el desarrollo de los frutos, de ambas especies, bajo condiciones de aislamiento de los polinizadores.

Para determinar el período de receptividad estigmática en ambas especies, se realizaron polinizaciones escalonadas en post anthesis, las que consistieron en polinización y retiro de flores a diferentes tiempos desde el inicio de la floración. El ensayo de maqui contempló 16 tratamientos (de 24 a 96 horas) y el de murta 9 tratamientos (de 24 a 72 horas). De cada tratamiento se obtuvieron frutos que fueron evaluados en peso, diámetro polar y ecuatorial.

Los resultados muestran que las flores de ambas especies fueron receptivas durante el total del período de observación. Con respecto a la evaluación de los frutos, en ambas especies, se obtuvieron los mejores resultados con polinizaciones de 24 y 48 horas desde la anthesis de la flor, en el caso del maqui, y para la murta no se observaron diferencias entre los distintos tiempos de polinización post anthesis.

## SUMMARY

The study of the evaluation of the stigma period receptivity in two native species : maqui (*Aristotelia chilensis* ( Mol.) Stunz) and murta (*Ugni molinae* Turcz.), was made at "Fundo Santa Rosa", for maqui, and at the Arboretum, for murta; both pertaining to the Austral University of Chile. They determined following parameters: a) the optimal flower polinization period of maqui and murta, under field conditions; b) the development of the polinic tube in both species, through manual crossed polinization in receptive flowers of maqui and murta; c) the fruits development, under isolation conditions of the polinizators, in both species.

In order to determine the stigmatic period receptivity in both species, staggered polinizations were made in post anthesis, those consisted polinization and flower retirement in different times from the flowering beginning. The maqui's test contemplated 16 treatments (24 to 96 hours) and the murta ones 9 treatments (24 to 72 hours). For each fruits treatment obtained were evaluated the weigth, polar and equatorial diameter.

Results show that flowers for both species were receptive during all observation period. Respect to the fruits evaluation, in both species, the best results whit polinizations of 24 and 48 hours were obtained from the anthesis of the flower, in the case of maqui, and for murta differences between the different times of polinization were not observed post anthesis.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- AGSPURGER, C. 1981. Mass-flowering of a tropical shrub (*Hybanthus pronifolius*): influence on pollinator attraction and movement. *Evolution (USA)* 34: 475-478.
- ARMESTO, J. 1995. *Ecología de los boques nativos de Chile*. Santiago. Chile. Universitaria. 469p.
- ASKER, S. 1984. Apomixis y biosystematics. In: Grant, W. (ed.). 1984. *Plant Biosystematics*. Academic Press. New York. USA. 643p.
- BEKEY, R. 1989. To bee or not to be. Pollination of avocados. *California Grower (USA)* 13 (2): 30-32.
- BONOMETTI, C. 2000. Aspectos reproductivos en flores de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz). Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 97p.
- BURGOS, A., EGEE, J. y DICENTA, F. 1991. Effective pollination period in apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Annals Applied Biology (Inglaterra)* 119 (1): 533-539.
- CALABRESE, F. 1992. *El aguacate*. Madrid. Mundi-Prensa. 249p.

- CAMPO SUREÑO. 2003, may. 19. La murta está dando que hablar. Diario Austral de Temuco (On Line). <<http://www.australtemuco.cl/site/apg/campo/pags/20030520110913.html>>.
- CARDENAS, C. 1998. Aspectos de la morfología floral, producción de néctar y fructificación en *Berberis darwinii* Hook, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz, y *Ugni molinae* Turcz. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 111p.
- CORBET, S., OSBORNE, J. y WILLIAMS, I. 1991. Bees pollination and habitat changes in the european comunity. *Bee World* (Inglaterra) 72 (3): 99-115.
- CHASAN, R. y WALBOT, V. 1993. Mechanisms of plant reproduction: questions and approaches. *The Plant Cell* (USA) 5 (10): 1139-1146.
- CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI). 2003. Comprueban propiedades medicinales y cosméticas de la murta. (On Line). Agencia de noticia Minagri. <[http://www.agricultura.gob.cl/detallenoticia\\_print.php?cod\\_not\\_p=583](http://www.agricultura.gob.cl/detallenoticia_print.php?cod_not_p=583)>.
- De NETTANCOUR, D. 1977. Incompatibility in Angiosperms. Berlín Heidelberg. New York. Springer-Verlag 230p.
- DUMAS, C., CLARKE, A. y KNOX, R. 1985. La fecundación de las flores. Barcelona, España. *Mundo Científico Fontalba*. 55(44): 188-197.
- EHRENDERFER, E. 1986. Sinopsis del reino vegetal. In: Strasburger, E. Tratado de botánica. 7ª ed. Barcelona. Marín. 1098 p.

- EL-AGAMY, S., SHERMAN, W. y LYRENE, P. 1982. Pollen incompatibility in blueberries (*Vaccinium spp.*). *Journal of Palynology* 18(1&2): 103-112.
- ESPINOZA, A. 1984. Determinación de los estados fenológicos para los arbustos frutales. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 99p.
- FAEGRI, K. y VAN DER PIJL, 1976. The principals of pollination ecology. Oxford, England. Pergamon Press. 291 p.
- FAHN, A. 1978. Anatomía Vegetal. Madrid. España. H. Blume. 643 p.
- FONT QUER, P. 1960. Botánica pintoresca. Barcelona. España. Ed. Ramón Sopena. 719p.
- FRANKEL, R. y GALUM, C. 1977. Pollination mechanisms reproduction and plant breeding. New York. Springer – Verlag. 281 p.
- FREE, J. 1993. Insect pollination of crops. 2<sup>nd</sup> Ed. London. Academic Press. 684 p.
- GARDIZABAL, F. Y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 201p.
- GIL-ALBERT, F. 1980. Aspectos de la morfología y fisiología del árbol frutal. Madrid. España. Mundi Prensa. 103p.
- GUTIERREZ, J. 1988. Enraizamiento de cuatro especies nativas chilenas mediante auxinas sintéticas. Tesis Lic. Agr., Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 92 p.

- HARDER, L. y BARRET, S. 1993. Pollen removal from *Pontederia cordata* effects on anther position and pollinator specialization. *Ecology (USA)* 74:1059-1072.
- HARTMANN, H. y KESTER, D. 1997. *Plant propagation: principales and practices*. 6ª ed. New Jersey. Prentice Hall. 770p.
- HERRERO, M. y HORMAZA, J. 1996. Pistil strategies controlling pollen tube growth. *Sexual Plant Reproduction (Alemania)* 9: 343-347.
- HILL, J., OVERHOLTS, L., POPP, H: y GROVE, A. 1964. *Tratado de botánica*. Barcelona. España. Ediciones Omega. 747 p.
- HOFFMAN, A. 1982. *Flora silvestre de Chile: Zona Araucana*. 2ª ed. Santiago. Fundación Claudio Gay. 257 p.
- HOLMAN, R. y ROBBINS, W. 1961. *Botánica general*. México. Hispano americana 632 p.
- HOOPINGARNER, R. y WALLER, G. 1993. Crop pollination. In: Graham, J. E. (ed.) *The Hive and Honeybee*. Michigan. U:S:A: Brokgrafters. Pp:1043-1082.
- HORMAZA, J. y HERRERO, M. 1996. Dynamics of pollen tube growth different competition regimes. *Sexual Plant Reproduction (Alemania)* 9: 153-160.
- INZUNZA, V. y VALENZUELA, A. 1985. Control of *Ditylenchus dipsaci* on garlic (*Allium sativum*) with extracts of medicinal plants from Chile. *Nematropica (España)* 25 (1): 35-41.
- KLINKHAMER, P. y DE JONG, T. 1993. Attractiveness to pollinators: a plant's dilemma. *Oikos (Suecia)* 66 (1): 180-184.

- KNOX, R. 1984. Pollen – pistil interactions. *In*:Linskens HF, Heslop-Harrison J (eds). Cellular interactions. Springer, New York Berlín Heidelberg. Pp: 508-608.
- KOLTUNOW, A. 1993. Apomixis: Embryo sacs and embryos formed without meiosis or fertilization in ovules. *The Plant Cell (USA)* 5: 1425-1437.
- LAVIN, M. y VEGA, C. 1996. Caracterización de frutos de murtila (*Ugni molinae* Turcz.) en el área de Cauquenes. *Agricultura Técnica (Chile)* 56(1):64-67.
- LESLEY, J.W. y BRINGHURST, R.S. 1951. Environmental conditions affecting pollination. *California Avocado Society Yearbook*. Pp: 169-173.
- LEVINIA MANFREDINI. 2003. Murtila... el oro verde de la cosmética (On Line). Vitamurtilla. <<http://www.levinia.com/market/murtilla/murta3.html>>.
- MARTIN, F. 1958. Staining and observing pollen tubes in the stile by means of fluorescence. *Stain Technology California (USA)* 34:125-128.
- MATTHEI, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Impresores. Santiago. Chile. Alfabeta. 545p.
- McGREGOR, S. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Agriculture. Agricultural Research Service. Washington. D.C. (U.S.A). Department of Agriculture. Handbook nº 496. 411p.
- MEDEL, F. 1980. Arbustos frutales. Universidad austral de Chile y Corporación de Fomento a la Producción. Valdivia. 17p.

- . 1981. Arbustos frutales. Fenología y adaptabilidad de los arbustos frutales en la Región de Los Lagos. *Agro Sur (Chile)* 9(1): 59-64.
- MEDEL, F. y ORUETA, J. 1986. Estados fenológicos y adaptabilidad climática de las especies frutales arbóreas en el sur de Chile. *Agro Sur (Chile)* 14(2): 89-94.
- MONTALDO, P. 1986. Zonas con déficit de humedad durante el período estival en las regiones novena y décima. *Agroanálisis (Chile)* 28: 10-12.
- . 1987. Distribución del período libre de heladas en la novena y décima regiones. *Agroanálisis (Chile)* 30: 10-12.
- MONTES, M. y WILKOMIRSKY, T. 1985. Medicina tradicional chilena. Editorial de la Universidad de Concepción. Concepción. 205p.
- MUÑOZ, C. 1966. Flores silvestres de Chile. Universitaria, Santiago (Chile). 285p.
- NISSEN, J. 1974. Estudio agroecológico del predio experimental Santa Rosa. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. 46 p.
- NOVOA, R. 1982. Antecedentes sobre establecimiento y producción de frutos de la especie *Ugni molinae* Turcz. (murtilla, uñi o murta). Tesis Ing. Forestal. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencia Forestales. 82p.
- O'NEILL, S. 1997. Pollination regulation of flower development. *Annual review of plant physiopatology and plant molecular biology (USA)* 48: 547-574.

- PAREDES, R. 1989. Actividad de los polinizadores y su acción en la eficiencia reproductiva. Tesis Profesor de Biología, Química y Ciencias Naturales. Universidad Austral de Chile. Facultad de Filosofía y Humanidades. 89 p.
- RAMIREZ, C.; ROMERO, M. Y HENRIQUEZ, O. 1980. Estudio en germinación en semillas de Myrtaceae chilenas. *Bosques (Chile)* 3: 106-114.
- RAZETO, B. 1986. Polinización y cuaja de frutos. *Revista del campo. El Mercurio. Santiago (Chile)* 21: 26-31.
- ROBBINS, W., WEIER, T. y STOCKING, C. 1958. *Botany. An introduction to plant science.* 2<sup>nd</sup>. ed. New York. Wiley. 578 p.
- RODRIGUEZ, G. 1986. Murta, Murtilla, Uñi. *Chile Forestal.* 127:33.
- RODRIGUEZ, R. 1983. *Flora arbórea de Chile.* Concepción. Ed. Universidad de Concepción. 408 p.
- SAVIDAN, Y. y HOISINGTON, D. 1999. El proyecto apomixis. Una revolución tecnológica siembra nuevas esperanzas en el campo. [www.cimmyt.mx/Research/ABC/Apomixisbroch\\_spa.htm](http://www.cimmyt.mx/Research/ABC/Apomixisbroch_spa.htm).
- SCHLEGEL, F. 1983. *Arboreto.* Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 25p.
- SEDGLEY, M; FUSS, A.; BRITS, G. y WRIGHT, M. 1995. Reproductive biology of *Banksia*. *Acta Horticulture (USA)* 387: 187-190.

- SEGUEL, I. 1986. Biología reproductiva de algunas especies de Myrtaceae en la X Región-Chile. Tesis Profesor de Biología y Química. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Filosofía y Humanidades. 76p.
- SHIVANNA, K., CRESTI, M. y CIAMPOLINI, F. 1997. Pollen development and pollen-pistil interaction. In: Shivanna, K. Y Sawhney, V. (eds). Pollen Biotechnology of crops Production and Improvement. New York. Cambridge University Press. pp:15-35.
- SILVA, M. y BITTNER, M. 1992. Estudio químico de las especies de la familia Eleocarpaceae que crecen en Chile. In: Química de la flora de Chile. Orlando Muñoz (ed.) Universidad de Chile. Santiago, Chile. pp: 153-166.
- SOTOMAYOR, O. 2000. Caracterización de la compatibilidad polínica y evaluación de la entomofauna asociada a flores de *Ugni molinae*. Tesis Lic. Agr., Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 121 p.
- STEBBINS, G. 1963. Variation and evolution in plants. Columbia University Press. New York. USA. 643p.
- STEEL, A. y TORRIE, C. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. México. McGraw Hill. 622p.
- STEPHENSON, A. y BERTIN, R. 1983. Male competition, female choice, and sexual selection in plants. In: Real, I. (ed.). Pollination biology. London. Academic Press, pp: 104-149.
- STONE, J.; THOMSON, J. y DENT-ACOSTA, S. 1995. Assessment of pollen viability in hand-pollination experiments: a review. American Journal of Botany (USA) 82(9): 1186-1197.

- STRASBURGER, E., NOLL, F., SCHENK, H. y SCHIMPER, A. 1994. Tratado de Botánica. 8ª ed. Barcelona. Omega. 1068 p.
- SYLVESTER, R. 1997. Entomofauna asociada a flores de murta (*Ugni molinae* Turcz) y su evaluación como polinizadores. Tesis Lic. Agr., Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 77 p.
- URBAN, O. 1934. Botánica de las plantas endémicas de Chile. Concepción. Chile. 291 p.
- VENEGAS, A., HEVIA, F., LANUZA, P., WILCKENS, R., TAPIA, M. y ARAYA, F. 1993. Murtilla (*Ugni molinae* Turcz.) algunas características físicas y químicas del fruto. Agrociencia (Chile) 9(1): 11-15.
- WESTWOOD, M. 1982. Fruticultura de las zonas templadas . Madrid. España. Mundiprensa. 461 p.
- WHITEHEAD, D. 1983. Wind pollination: some ecological and evolutionary perspectives. In: Real. L. (Ed.). Pollination biology. London. Academic Press. pp: 97-108.
- WULF, M. 1998. Aspectos sobre la dinámica de la producción de néctar en el ulmo (*Eucryphia cordofilia* Cav.). Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 94p.
- YOUNG, M. y SHERMAN, W. 1978. Duration of pistil receptivity, fruit set, and seed production in rabbiteye and tetraploid blueberries. Hortscience (USA) 13 (3): 278-279.

- ZEVALLOS, P. y MATTHEI, O. 1992. Caracterización dendrológica de las especies leñosas del Fundo Escuadrón Concepción, Chile. *Ciencia e Investigación Forestal (Chile)* 6(2): 195-257.
- ZIN, J. Y WEISS, C. 1998. *La salud por medio de las plantas medicinales*. Santiago, Chile. Don Bosco. 411 p.

**ANEXOS**

**ANEXO 1. Valor de elongación del tubo polínico y características de los frutos de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz., obtenidos en cada tratamiento.**

Tratamiento	Planta	Repetición	Polinización	Retiro flor	Valor elong	Peso (g)	D. Polar (mm)	D. Ecuat (mm)
1	1	1	24	24	2	0,0675	5,325	5,275
1	1	2	24	24	1	0,155	6,75	6,35
1	1	3	24	24	1	0,12	6,3	6,1
1	1	4	24	24	1	0,16	6,6	6,1
1	1	5	24	24	3	0,18	6,95	6,9
1	1	6	24	24	2			
1	1	7	24	24	1			
1	1	8	24	24	3			
1	1	9	24	24	1			
1	1	10	24	24	1			
1	1	11	24	24	1			
1	1	12	24	24	1			
1	1	13	24	24	2			
1	1	14	24	24	1			
1	1	15	24	24	1			
1	1	16	24	24	1			
1	1	17	24	24	1			
1	1	18	24	24	2			
1	1	19	24	24	3			
1	1	20	24	24	1			
2	1	1	24	48	2	0,2	6,95	6,9
2	1	2	24	48	2	0,018	1,5	1
2	1	3	24	48	2	0,08	3,6	3,7
2	1	4	24	48	1	0,2	6,8	7
2	1	5	24	48	1	0,16	6,6	6,1
2	1	6	24	48	1			
2	1	7	24	48	1			
2	1	8	24	48	2			
2	1	9	24	48	1			
2	1	10	24	48	1			
2	1	11	24	48	2			
2	1	12	24	48	1			
2	1	13	24	48	2			
2	1	14	24	48	1			
2	1	15	24	48	1			
2	1	16	24	48	1			
2	1	17	24	48	3			
2	1	18	24	48	3			
2	1	19	24	48	1			
2	1	20	24	48	2			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

3	1	1	24	72	3	0,2	7	6,8
3	1	2	24	72	2	0,3	7	7,2
3	1	3	24	72	2	0,1	5,9	6
3	1	4	24	72	1	0,015	2	1
3	1	5	24	72	2	0,1	6	6,2
3	1	6	24	72	1			
3	1	7	24	72	1			
3	1	8	24	72	2			
3	1	9	24	72	1			
3	1	10	24	72	2			
3	1	11	24	72	1			
3	1	12	24	72	1			
3	1	13	24	72	2			
3	1	14	24	72	2			
3	1	15	24	72	2			
3	1	16	24	72	3			
3	1	17	24	72	1			
3	1	18	24	72	2			
3	1	19	24	72	2			
3	1	20	24	72	1			
4	1	1	24	96	1	0,1	5,8	6
4	1	2	24	96	2	0,15	6,5	7
4	1	3	24	96	1	0,2	7	7,2
4	1	4	24	96	2	0,2	7	7
4	1	5	24	96	1	0,0018	1,5	1,8
4	1	6	24	96	2			
4	1	7	24	96	0			
4	1	8	24	96	2			
4	1	9	24	96	1			
4	1	10	24	96	2			
4	1	11	24	96	0			
4	1	12	24	96	3			
4	1	13	24	96	1			
4	1	14	24	96	2			
4	1	15	24	96	2			
4	1	16	24	96	2			
4	1	17	24	96	1			
4	1	18	24	96	1			
4	1	19	24	96	3			
4	1	20	24	96	2			
5	1	1	48	24	2	0,16	6,6	6,7
5	1	2	48	24	1	0,09	5,9	5,8
5	1	3	48	24	3	0,18	7	6,7
5	1	4	48	24	1	0,17	7,2	6,8
5	1	5	48	24	3	0,14	6,85	7
5	1	6	48	24	2			
5	1	7	48	24	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

5	1	8	48	24	3			
5	1	9	48	24	2			
5	1	10	48	24	2			
5	1	11	48	24	2			
5	1	12	48	24	2			
5	1	13	48	24	3			
5	1	14	48	24	2			
5	1	15	48	24	3			
5	1	16	48	24	3			
5	1	17	48	24	2			
5	1	18	48	24	2			
5	1	19	48	24	2			
5	1	20	48	24	2			
6	1	1	48	48	3	0,001	1,1	1
6	1	2	48	48	2	0,0014	1,3	1,1
6	1	3	48	48	3	0,16	6,6	6,1
6	1	4	48	48	3	0,001	1,1	1
6	1	5	48	48	3	0,001	1,2	1,1
6	1	6	48	48	2			
6	1	7	48	48	1			
6	1	8	48	48	2			
6	1	9	48	48	3			
6	1	10	48	48	2			
6	1	11	48	48	1			
6	1	12	48	48	2			
6	1	13	48	48	2			
6	1	14	48	48	3			
6	1	15	48	48	3			
6	1	16	48	48	3			
6	1	17	48	48	3			
6	1	18	48	48	3			
6	1	19	48	48	3			
6	1	20	48	48	3			
7	1	1	48	72	3	0,18	6,95	6,9
7	1	2	48	72	2	0,018	1,5	1
7	1	3	48	72	2	0,08	3,6	3,7
7	1	4	48	72	2	0,0016	1,3	1
7	1	5	48	72	3	0,16	6,6	6,1
7	1	6	48	72	2			
7	1	7	48	72	3			
7	1	8	48	72	3			
7	1	9	48	72	0			
7	1	10	48	72	2			
7	1	11	48	72	2			
7	1	12	48	72	2			
7	1	13	48	72	2			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

7	1	14	48	72	3			
7	1	15	48	72	3			
7	1	16	48	72	3			
7	1	17	48	72	3			
7	1	18	48	72	3			
7	1	19	48	72	3			
7	1	20	48	72	2			
8	1	1	48	96	3	0,15	6	6,5
8	1	2	48	96	3	0,15	6,2	6,3
8	1	3	48	96	2	0,16	6	6,8
8	1	4	48	96	3	0,17	6,8	6,9
8	1	5	48	96	3	0,11	5,3	5,5
8	1	6	48	96	3			
8	1	7	48	96	0			
8	1	8	48	96	3			
8	1	9	48	96	3			
8	1	10	48	96	3			
8	1	11	48	96	2			
8	1	12	48	96	3			
8	1	13	48	96	2			
8	1	14	48	96	3			
8	1	15	48	96	3			
8	1	16	48	96	3			
8	1	17	48	96	2			
8	1	18	48	96	3			
8	1	19	48	96	3			
8	1	20	48	96	3			
9	1	1	72	24	3	0,001	1,6	1,1
9	1	2	72	24	3	0,15	6	5,85
9	1	3	72	24	3	0,0017	1,1	0,9
9	1	4	72	24	3	0,0016	1	1
9	1	5	72	24	2	0,0012	1,1	1
9	1	6	72	24	2			
9	1	7	72	24	3			
9	1	8	72	24	2			
9	1	9	72	24	3			
9	1	10	72	24	3			
9	1	11	72	24	2			
9	1	12	72	24	3			
9	1	13	72	24	3			
9	1	14	72	24	3			
9	1	15	72	24	3			
9	1	16	72	24	2			
9	1	17	72	24	3			
9	1	18	72	24	3			
9	1	19	72	24	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

9	1	20	72	24	2			
10	1	1	72	48	3	0,12	5,4	5,9
10	1	2	72	48	2	0,0015	1,1	1,4
10	1	3	72	48	3	0,002	1,1	1,3
10	1	4	72	48	3	0,001	1,4	1,3
10	1	5	72	48	3	0,001	1,5	1,2
10	1	6	72	48	2			
10	1	7	72	48	3			
10	1	8	72	48	0			
10	1	9	72	48	2			
10	1	10	72	48	3			
10	1	11	72	48	2			
10	1	12	72	48	3			
10	1	13	72	48	3			
10	1	14	72	48	3			
10	1	15	72	48	3			
10	1	16	72	48	2			
10	1	17	72	48	2			
10	1	18	72	48	3			
10	1	19	72	48	2			
10	1	20	72	48	3			
11	1	1	72	72	3	0,0015	1,2	1,1
11	1	2	72	72	3	0,001	1	1
11	1	3	72	72	3	0,0012	1,1	0,9
11	1	4	72	72	3	0,001	1	1
11	1	5	72	72	3	0,0012	1,1	1
11	1	6	72	72	3			
11	1	7	72	72	2			
11	1	8	72	72	2			
11	1	9	72	72	3			
11	1	10	72	72	3			
11	1	11	72	72	2			
11	1	12	72	72	3			
11	1	13	72	72	2			
11	1	14	72	72	3			
11	1	15	72	72	3			
11	1	16	72	72	3			
11	1	17	72	72	3			
11	1	18	72	72	3			
11	1	19	72	72	2			
11	1	20	72	72	3			
12	1	1	72	96	3	0,0015	1,1	1,1
12	1	2	72	96	2	0,0012	1,1	1
12	1	3	72	96	3	0,001	1	1
12	1	4	72	96	2	0,001	1	1
12	1	5	72	96	3	0,001	1	1
12	1	6	72	96	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

12	1	7	72	96	0			
12	1	8	72	96	3			
12	1	9	72	96	2			
12	1	10	72	96	3			
12	1	11	72	96	3			
12	1	12	72	96	3			
12	1	13	72	96	2			
12	1	14	72	96	3			
12	1	15	72	96	3			
12	1	16	72	96	3			
12	1	17	72	96	3			
12	1	18	72	96	3			
12	1	19	72	96	3			
12	1	20	72	96	2			
13	1	1	96	24	3	0,155	6,75	6,35
13	1	2	96	24	3	0,12	6,3	6,1
13	1	3	96	24	2	0,0012	1,1	1
13	1	4	96	24	3	0,001	1	1
13	1	5	96	24	2			
13	1	6	96	24	3			
13	1	7	96	24	3			
13	1	8	96	24	3			
13	1	9	96	24	3			
13	1	10	96	24	2			
13	1	11	96	24	3			
13	1	12	96	24	2			
13	1	13	96	24	2			
13	1	14	96	24	3			
13	1	15	96	24	3			
13	1	16	96	24	2			
13	1	17	96	24	2			
13	1	18	96	24	3			
13	1	19	96	24	3			
13	1	20	96	24	3			
14	1	1	96	48	3	0,0015	1,2	1,1
14	1	2	96	48	3	0,001	1	1
14	1	3	96	48	2	0,0012	1,1	0,9
14	1	4	96	48	2	0,001	1	1
14	1	5	96	48	2	0,001	1	1
14	1	6	96	48	3			
14	1	7	96	48	3			
14	1	8	96	48	3			
14	1	9	96	48	2			
14	1	10	96	48	3			
14	1	11	96	48	2			
14	1	12	96	48	3			
14	1	13	96	48	2			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

14	1	14	96	48	2			
14	1	15	96	48	2			
14	1	16	96	48	3			
14	1	17	96	48	2			
14	1	18	96	48	2			
14	1	19	96	48	3			
14	1	20	96	48	3			
15	1	1	96	72	3	0,0016	1,2	1,1
15	1	2	96	72	3	0,001	1	1
15	1	3	96	72	3	0,0012	1,1	0,9
15	1	4	96	72	3	0,001	1	1
15	1	5	96	72	0	0,0013	1,1	1
15	1	6	96	72	3			
15	1	7	96	72	3			
15	1	8	96	72	3			
15	1	9	96	72	3			
15	1	10	96	72	3			
15	1	11	96	72	3			
15	1	12	96	72	3			
15	1	13	96	72	2			
15	1	14	96	72	3			
15	1	15	96	72	3			
15	1	16	96	72	3			
15	1	17	96	72	3			
15	1	18	96	72	1			
15	1	19	96	72	3			
15	1	20	96	72	3			
16	1	1	96	96	3	0,15	6	6,5
16	1	2	96	96	2	0,15	6,2	6,3
16	1	3	96	96	2	0,16	6	6,8
16	1	4	96	96	3	0,0012	1,1	0,9
16	1	5	96	96	3	0,001	1	1
16	1	6	96	96	3			
16	1	7	96	96	3			
16	1	8	96	96	3			
16	1	9	96	96	3			
16	1	10	96	96	3			
16	1	11	96	96	3			
16	1	12	96	96	3			
16	1	13	96	96	3			
16	1	14	96	96	2			
16	1	15	96	96	3			
16	1	16	96	96	3			
16	1	17	96	96	3			
16	1	18	96	96	3			
16	1	19	96	96	3			
16	1	20	96	96	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

1	2	1	24	24	3	0,17	7	6,3
1	2	2	24	24	1	0,125	6,2	5,9
1	2	3	24	24	2	0,012	3,2	1
1	2	4	24	24	1	0,1	5	5,45
1	2	5	24	24	1	0,16	5,9	5,8
1	2	6	24	24	1			
1	2	7	24	24	2			
1	2	8	24	24	3			
1	2	9	24	24	1			
1	2	10	24	24	1			
1	2	11	24	24	1			
1	2	12	24	24	1			
1	2	13	24	24	1			
1	2	14	24	24	2			
1	2	15	24	24	2			
1	2	16	24	24	1			
1	2	17	24	24	1			
1	2	18	24	24	3			
1	2	19	24	24	2			
1	2	20	24	24	2			
2	2	1	24	48	2	0,001	1,6	1,1
2	2	2	24	48	1	0,15	6	5,85
2	2	3	24	48	1	0,0017	1,1	0,9
2	2	4	24	48	1	0,0016	1	1
2	2	5	24	48	2	0,0012	1,1	1
2	2	6	24	48	2			
2	2	7	24	48	1			
2	2	8	24	48	2			
2	2	9	24	48	3			
2	2	10	24	48	1			
2	2	11	24	48	1			
2	2	12	24	48	2			
2	2	13	24	48	1			
2	2	14	24	48	1			
2	2	15	24	48	1			
2	2	16	24	48	3			
2	2	17	24	48	1			
2	2	18	24	48	2			
2	2	19	24	48	1			
2	2	20	24	48	2			
3	2	1	24	72	2	0,2	6,95	6,9
3	2	2	24	72	2	0,018	1,5	1
3	2	3	24	72	1	0,08	3,6	3,7
3	2	4	24	72	2	0,2	6,8	7
3	2	5	24	72	1			
3	2	6	24	72	1			
3	2	7	24	72	1			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

3	2	8	24	72	3			
3	2	9	24	72	1			
3	2	10	24	72	1			
3	2	11	24	72	1			
3	2	12	24	72	2			
3	2	13	24	72	2			
3	2	14	24	72	1			
3	2	15	24	72	3			
3	2	16	24	72	2			
3	2	17	24	72	2			
3	2	18	24	72	2			
3	2	19	24	72	2			
3	2	20	24	72	1			
4	2	1	24	96	2	0,15	6	5,85
4	2	2	24	96	3	0,0017	1,1	0,9
4	2	3	24	96	1	0,018	1,5	1
4	2	4	24	96	2	0,08	3,6	3,7
4	2	5	24	96	1			
4	2	6	24	96	1			
4	2	7	24	96	2			
4	2	8	24	96	2			
4	2	9	24	96	2			
4	2	10	24	96	1			
4	2	11	24	96	2			
4	2	12	24	96	2			
4	2	13	24	96	1			
4	2	14	24	96	3			
4	2	15	24	96	1			
4	2	16	24	96	2			
4	2	17	24	96	1			
4	2	18	24	96	2			
4	2	19	24	96	2			
4	2	20	24	96	1			
5	2	1	48	24	1	0,12	5,4	5,9
5	2	2	48	24	3	0,0015	1,1	1,4
5	2	3	48	24	1	0,002	1,1	1,3
5	2	4	48	24	3	0,001	1,4	1,3
5	2	5	48	24	2	0,001	1,5	1,2
5	2	6	48	24	3			
5	2	7	48	24	3			
5	2	8	48	24	2			
5	2	9	48	24	2			
5	2	10	48	24	3			
5	2	11	48	24	2			
5	2	12	48	24	3			
5	2	13	48	24	3			
5	2	14	48	24	2			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

5	2	15	48	24	2			
5	2	16	48	24	2			
5	2	17	48	24	2			
5	2	18	48	24	2			
5	2	19	48	24	3			
5	2	20	48	24	2			
6	2	1	48	48	3	0,001	1,1	1
6	2	2	48	48	3	0,0014	1,3	1,1
6	2	3	48	48	3	0,16	6,6	6,1
6	2	4	48	48	3	0,001	1,1	1
6	2	5	48	48	3			
6	2	6	48	48	3			
6	2	7	48	48	1			
6	2	8	48	48	2			
6	2	9	48	48	2			
6	2	10	48	48	1			
6	2	11	48	48	2			
6	2	12	48	48	2			
6	2	13	48	48	2			
6	2	14	48	48	2			
6	2	15	48	48	2			
6	2	16	48	48	3			
6	2	17	48	48	3			
6	2	18	48	48	2			
6	2	19	48	48	3			
6	2	20	48	48	3			
7	2	1	48	72	3	0,2	7	7,2
7	2	2	48	72	3	0,2	7	7
7	2	3	48	72	3	0,0018	1,5	1,8
7	2	4	48	72	3	0,001	1,1	1
7	2	5	48	72	3	0,001	1,1	1
7	2	6	48	72	2			
7	2	7	48	72	2			
7	2	8	48	72	3			
7	2	9	48	72	3			
7	2	10	48	72	3			
7	2	11	48	72	2			
7	2	12	48	72	2			
7	2	13	48	72	2			
7	2	14	48	72	2			
7	2	15	48	72	2			
7	2	16	48	72	3			
7	2	17	48	72	2			
7	2	18	48	72	3			
7	2	19	48	72	2			
7	2	20	48	72	3			
8	2	1	48	96	3	0,15	6	6,5

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

8	2	2	48	96	3	0,15	6,2	6,3
8	2	3	48	96	3	0,16	6	6,8
8	2	4	48	96	3	0,17	6,8	6,9
8	2	5	48	96	3			
8	2	6	48	96	3			
8	2	7	48	96	3			
8	2	8	48	96	2			
8	2	9	48	96	2			
8	2	10	48	96	1			
8	2	11	48	96	3			
8	2	12	48	96	3			
8	2	13	48	96	3			
8	2	14	48	96	3			
8	2	15	48	96	2			
8	2	16	48	96	2			
8	2	17	48	96	2			
8	2	18	48	96	2			
8	2	19	48	96	2			
8	2	20	48	96	3			
9	2	1	72	24	3	0,1	5,4	5,8
9	2	2	72	24	3	0,0015	1,1	1,4
9	2	3	72	24	3	0,002	1,1	1,3
9	2	4	72	24	3	0,002	1,4	1,3
9	2	5	72	24	3	0,001	1,5	1,2
9	2	6	72	24	3			
9	2	7	72	24	3			
9	2	8	72	24	3			
9	2	9	72	24	3			
9	2	10	72	24	2			
9	2	11	72	24	2			
9	2	12	72	24	3			
9	2	13	72	24	3			
9	2	14	72	24	2			
9	2	15	72	24	3			
9	2	16	72	24	2			
9	2	17	72	24	3			
9	2	18	72	24	2			
9	2	19	72	24	2			
9	2	20	72	24	2			
10	2	1	72	48	3	0,002	1,4	1,3
10	2	2	72	48	3	0,001	1,5	1,2
10	2	3	72	48	3	0,0018	1,5	1,8
10	2	4	72	48	3	0,001	1,5	1,2
10	2	5	72	48	2			
10	2	6	72	48	3			
10	2	7	72	48	3			
10	2	8	72	48	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

10	2	9	72	48	2			
10	2	10	72	48	3			
10	2	11	72	48	0			
10	2	12	72	48	2			
10	2	13	72	48	3			
10	2	14	72	48	3			
10	2	15	72	48	2			
10	2	16	72	48	3			
10	2	17	72	48	3			
10	2	18	72	48	3			
10	2	19	72	48	3			
10	2	20	72	48	1			
11	2	1	72	72	2	0,0012	1,6	1,1
11	2	2	72	72	3	0,15	6	5,85
11	2	3	72	72	3	0,0017	1,1	0,9
11	2	4	72	72	3	0,0016	1	1
11	2	5	72	72	3	0,001	1,1	1
11	2	6	72	72	3			
11	2	7	72	72	3			
11	2	8	72	72	3			
11	2	9	72	72	3			
11	2	10	72	72	3			
11	2	11	72	72	2			
11	2	12	72	72	2			
11	2	13	72	72	3			
11	2	14	72	72	3			
11	2	15	72	72	3			
11	2	16	72	72	3			
11	2	17	72	72	3			
11	2	18	72	72	3			
11	2	19	72	72	2			
11	2	20	72	72	2			
12	2	1	72	96	3	0,001	1,5	1,2
12	2	2	72	96	3	0,0018	1,5	1,8
12	2	3	72	96	3	0,15	6	5,85
12	2	4	72	96	3	0,0017	1,1	0,9
12	2	5	72	96	3			
12	2	6	72	96	3			
12	2	7	72	96	3			
12	2	8	72	96	3			
12	2	9	72	96	3			
12	2	10	72	96	2			
12	2	11	72	96	2			
12	2	12	72	96	3			
12	2	13	72	96	3			
12	2	14	72	96	3			
12	2	15	72	96	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

12	2	16	72	96	3			
12	2	17	72	96	3			
12	2	18	72	96	2			
12	2	19	72	96	2			
12	2	20	72	96	2			
13	2	1	96	24	3	0,001	1	1
13	2	2	96	24	3	0,0012	1,1	0,9
13	2	3	96	24	3	0,001	1	1
13	2	4	96	24	3	0,0013	1,1	1
13	2	5	96	24	3			
13	2	6	96	24	3			
13	2	7	96	24	3			
13	2	8	96	24	3			
13	2	9	96	24	3			
13	2	10	96	24	2			
13	2	11	96	24	3			
13	2	12	96	24	2			
13	2	13	96	24	2			
13	2	14	96	24	3			
13	2	15	96	24	2			
13	2	16	96	24	3			
13	2	17	96	24	2			
13	2	18	96	24	3			
13	2	19	96	24	3			
13	2	20	96	24	2			
14	2	1	96	48	3	0,001	1	1
14	2	2	96	48	3	0,001	1,1	0,9
14	2	3	96	48	3	0,001	1	1
14	2	4	96	48	3	0,0013	1,1	1
14	2	5	96	48	3	0,0015	1,1	1,1
14	2	6	96	48	3			
14	2	7	96	48	3			
14	2	8	96	48	2			
14	2	9	96	48	2			
14	2	10	96	48	2			
14	2	11	96	48	2			
14	2	12	96	48	2			
14	2	13	96	48	3			
14	2	14	96	48	2			
14	2	15	96	48	3			
14	2	16	96	48	2			
14	2	17	96	48	2			
14	2	18	96	48	3			
14	2	19	96	48	3			
14	2	20	96	48	2			
15	2	1	96	72	3	0,0018	1,5	1,8
15	2	2	96	72	3	0,001	1	1

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

15	2	3	96	72	3	0,001	1,1	0,9
15	2	4	96	72	3	0,0013	1,1	1
15	2	5	96	72	3			
15	2	6	96	72	3			
15	2	7	96	72	3			
15	2	8	96	72	3			
15	2	9	96	72	3			
15	2	10	96	72	2			
15	2	11	96	72	2			
15	2	12	96	72	2			
15	2	13	96	72	1			
15	2	14	96	72	3			
15	2	15	96	72	3			
15	2	16	96	72	3			
15	2	17	96	72	2			
15	2	18	96	72	3			
15	2	19	96	72	3			
15	2	20	96	72	3			
16	2	1	96	96	3	0,15	6,2	6,3
16	2	2	96	96	3	0,16	6	6,8
16	2	3	96	96	3	0,001	1,1	0,9
16	2	4	96	96	3	0,001	1	1
16	2	5	96	96	3			
16	2	6	96	96	3			
16	2	7	96	96	2			
16	2	8	96	96	3			
16	2	9	96	96	2			
16	2	10	96	96	3			
16	2	11	96	96	3			
16	2	12	96	96	3			
16	2	13	96	96	3			
16	2	14	96	96	2			
16	2	15	96	96	3			
16	2	16	96	96	3			
16	2	17	96	96	3			
16	2	18	96	96	3			
16	2	19	96	96	3			
16	2	20	96	96	3			
1	3	1	24	24	2	0,155	6,75	6,35
1	3	2	24	24	3	0,12	6,3	6,1
1	3	3	24	24	2	0,16	6,6	6,1
1	3	4	24	24	1	0,001	1,1	0,9
1	3	5	24	24	1	0,001	1	1
1	3	6	24	24	1			
1	3	7	24	24	1			
1	3	8	24	24	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

1	3	9	24	24	2			
1	3	10	24	24	1			
1	3	11	24	24	1			
1	3	12	24	24	1			
1	3	13	24	24	1			
1	3	14	24	24	2			
1	3	15	24	24	3			
1	3	16	24	24	1			
1	3	17	24	24	1			
1	3	18	24	24	1			
1	3	19	24	24	1			
1	3	20	24	24	2			
2	3	1	24	48	1	0,1	5,4	5,8
2	3	2	24	48	1	0,0015	1,1	1,4
2	3	3	24	48	1	0,002	1,1	1,3
2	3	4	24	48	3	0,002	1,4	1,3
2	3	5	24	48	2	0,001	1,5	1,2
2	3	6	24	48	2			
2	3	7	24	48	1			
2	3	8	24	48	2			
2	3	9	24	48	1			
2	3	10	24	48	2			
2	3	11	24	48	1			
2	3	12	24	48	1			
2	3	13	24	48	1			
2	3	14	24	48	3			
2	3	15	24	48	2			
2	3	16	24	48	2			
2	3	17	24	48	1			
2	3	18	24	48	1			
2	3	19	24	48	2			
2	3	20	24	48	1			
3	3	1	24	72	1	0,0015	1,1	1,4
3	3	2	24	72	2	0,002	1,1	1,3
3	3	3	24	72	2	0,002	1,4	1,3
3	3	4	24	72	1	0,001	1,5	1,2
3	3	5	24	72	3	0,1	5,4	5,8
3	3	6	24	72	2			
3	3	7	24	72	2			
3	3	8	24	72	2			
3	3	9	24	72	3			
3	3	10	24	72	2			
3	3	11	24	72	2			
3	3	12	24	72	1			
3	3	13	24	72	1			
3	3	14	24	72	1			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

3	3	15	24	72	2			
3	3	16	24	72	1			
3	3	17	24	72	2			
3	3	18	24	72	1			
3	3	19	24	72	1			
3	3	20	24	72	2			
4	3	1	24	96	3	0,1	5,4	5,8
4	3	2	24	96	1	0,0015	1,1	1,4
4	3	3	24	96	2	0,002	1,1	1,3
4	3	4	24	96	1	0,3	7	7,2
4	3	5	24	96	1	0,1	5,9	6
4	3	6	24	96	2			
4	3	7	24	96	2			
4	3	8	24	96	2			
4	3	9	24	96	1			
4	3	10	24	96	2			
4	3	11	24	96	2			
4	3	12	24	96	1			
4	3	13	24	96	2			
4	3	14	24	96	1			
4	3	15	24	96	2			
4	3	16	24	96	1			
4	3	17	24	96	2			
4	3	18	24	96	1			
4	3	19	24	96	2			
4	3	20	24	96	1			
5	3	1	48	24	3	0,12	6,3	6,1
5	3	2	48	24	1	0,0012	1,1	1
5	3	3	48	24	3	0,002	1,1	1,3
5	3	4	48	24	2			
5	3	5	48	24	1			
5	3	6	48	24	3			
5	3	7	48	24	2			
5	3	8	48	24	3			
5	3	9	48	24	3			
5	3	10	48	24	2			
5	3	11	48	24	2			
5	3	12	48	24	2			
5	3	13	48	24	2			
5	3	14	48	24	2			
5	3	15	48	24	2			
5	3	16	48	24	2			
5	3	17	48	24	2			
5	3	18	48	24	3			
5	3	19	48	24	3			
5	3	20	48	24	3			
6	3	1	48	48	2	0,25	7	6,8

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

6	3	2	48	48	3	0,3	7	7,2
6	3	3	48	48	3	0,1	5,9	6
6	3	4	48	48	3	0,015	2	1
6	3	5	48	48	2	0,1	6	6,2
6	3	6	48	48	3			
6	3	7	48	48	1			
6	3	8	48	48	3			
6	3	9	48	48	2			
6	3	10	48	48	2			
6	3	11	48	48	1			
6	3	12	48	48	1			
6	3	13	48	48	3			
6	3	14	48	48	3			
6	3	15	48	48	3			
6	3	16	48	48	3			
6	3	17	48	48	2			
6	3	18	48	48	2			
6	3	19	48	48	2			
6	3	20	48	48	3			
7	3	1	48	72	2	0,155	6,75	6,35
7	3	2	48	72	2	0,12	6,3	6,1
7	3	3	48	72	2	0,0012	1,1	1
7	3	4	48	72	3	0,001	1	1
7	3	5	48	72	3			
7	3	6	48	72	3			
7	3	7	48	72	3			
7	3	8	48	72	3			
7	3	9	48	72	3			
7	3	10	48	72	3			
7	3	11	48	72	3			
7	3	12	48	72	3			
7	3	13	48	72	1			
7	3	14	48	72	1			
7	3	15	48	72	2			
7	3	16	48	72	2			
7	3	17	48	72	2			
7	3	18	48	72	2			
7	3	19	48	72	2			
7	3	20	48	72	2			
8	3	1	48	96	2	0,001	1,6	1,1
8	3	2	48	96	2	0,15	6	5,85
8	3	3	48	96	3	0,0016	1,1	0,9
8	3	4	48	96	3	0,0015	1	1
8	3	5	48	96	3	0,0012	1,1	1
8	3	6	48	96	3			
8	3	7	48	96	3			
8	3	8	48	96	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

8	3	9	48	96	3			
8	3	10	48	96	1			
8	3	11	48	96	2			
8	3	12	48	96	2			
8	3	13	48	96	3			
8	3	14	48	96	3			
8	3	15	48	96	2			
8	3	16	48	96	3			
8	3	17	48	96	1			
8	3	18	48	96	2			
8	3	19	48	96	3			
8	3	20	48	96	3			
9	3	1	72	24	3	0,0012	1,5	1,1
9	3	2	72	24	3	0,15	6,2	5,7
9	3	3	72	24	3	0,0017	1,1	0,9
9	3	4	72	24	3	0,0016	1	1
9	3	5	72	24	3			
9	3	6	72	24	2			
9	3	7	72	24	3			
9	3	8	72	24	3			
9	3	9	72	24	2			
9	3	10	72	24	2			
9	3	11	72	24	3			
9	3	12	72	24	3			
9	3	13	72	24	1			
9	3	14	72	24	3			
9	3	15	72	24	2			
9	3	16	72	24	2			
9	3	17	72	24	2			
9	3	18	72	24	3			
9	3	19	72	24	3			
9	3	20	72	24	3			
10	3	1	72	48	3	0,0015	1,2	1,1
10	3	2	72	48	3	0,001	1	1
10	3	3	72	48	3	0,0012	1,1	0,9
10	3	4	72	48	3	0,1	5,4	5,8
10	3	5	72	48	3			
10	3	6	72	48	1			
10	3	7	72	48	2			
10	3	8	72	48	2			
10	3	9	72	48	2			
10	3	10	72	48	3			
10	3	11	72	48	3			
10	3	12	72	48	3			
10	3	13	72	48	3			
10	3	14	72	48	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

10	3	15	72	48	2			
10	3	16	72	48	2			
10	3	17	72	48	3			
10	3	18	72	48	2			
10	3	19	72	48	3			
10	3	20	72	48	2			
11	3	1	72	72	3	0,16	6,6	6,7
11	3	2	72	72	3	0,09	5,9	5,8
11	3	3	72	72	3	0,001	1,1	1
11	3	4	72	72	3	0,0014	1,3	1,1
11	3	5	72	72	3			
11	3	6	72	72	3			
11	3	7	72	72	3			
11	3	8	72	72	3			
11	3	9	72	72	3			
11	3	10	72	72	3			
11	3	11	72	72	2			
11	3	12	72	72	2			
11	3	13	72	72	2			
11	3	14	72	72	2			
11	3	15	72	72	2			
11	3	16	72	72	3			
11	3	17	72	72	2			
11	3	18	72	72	3			
11	3	19	72	72	2			
11	3	20	72	72	3			
12	3	1	72	96	3	0,1	5,4	5,8
12	3	2	72	96	3	0,0015	1,1	1,4
12	3	3	72	96	3	0,002	1,1	1,3
12	3	4	72	96	3	0,1	5,9	6
12	3	5	72	96	3			
12	3	6	72	96	3			
12	3	7	72	96	3			
12	3	8	72	96	3			
12	3	9	72	96	3			
12	3	10	72	96	3			
12	3	11	72	96	3			
12	3	12	72	96	2			
12	3	13	72	96	2			
12	3	14	72	96	3			
12	3	15	72	96	2			
12	3	16	72	96	3			
12	3	17	72	96	2			
12	3	18	72	96	3			
12	3	19	72	96	2			
12	3	20	72	96	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

13	3	1	96	24	3	0,15	6,2	6,3
13	3	2	96	24	2	0,16	6	6,8
13	3	3	96	24	3	0,001	1,1	0,9
13	3	4	96	24	2	0,001	1	1
13	3	5	96	24	3			
13	3	6	96	24	3			
13	3	7	96	24	3			
13	3	8	96	24	3			
13	3	9	96	24	3			
13	3	10	96	24	3			
13	3	11	96	24	3			
13	3	12	96	24	3			
13	3	13	96	24	3			
13	3	14	96	24	3			
13	3	15	96	24	2			
13	3	16	96	24	2			
13	3	17	96	24	2			
13	3	18	96	24	3			
13	3	19	96	24	2			
13	3	20	96	24	3			
14	3	1	96	48	2	0,0012	1	1
14	3	2	96	48	3	0,002	1,1	1,3
14	3	3	96	48	2	0,1	5,9	6
14	3	4	96	48	3	0,001	1	0,9
14	3	5	96	48	3			
14	3	6	96	48	3			
14	3	7	96	48	3			
14	3	8	96	48	3			
14	3	9	96	48	3			
14	3	10	96	48	3			
14	3	11	96	48	2			
14	3	12	96	48	2			
14	3	13	96	48	3			
14	3	14	96	48	3			
14	3	15	96	48	3			
14	3	16	96	48	3			
14	3	17	96	48	3			
14	3	18	96	48	2			
14	3	19	96	48	2			
14	3	20	96	48	3			
15	3	1	96	72	3	0,15	6	6,5
15	3	2	96	72	3	0,13	6,2	6,3
15	3	3	96	72	3	0,16	6	6,8
15	3	4	96	72	3	0,0012	1,1	0,9
15	3	5	96	72	3	0,001	1	1
15	3	6	96	72	2			
15	3	7	96	72	2			

(Continúa)

## Continuación Anexo 1

15	3	8	96	72	3			
15	3	9	96	72	3			
15	3	10	96	72	3			
15	3	11	96	72	3			
15	3	12	96	72	1			
15	3	13	96	72	3			
15	3	14	96	72	3			
15	3	15	96	72	3			
15	3	16	96	72	2			
15	3	17	96	72	2			
15	3	18	96	72	3			
15	3	19	96	72	3			
15	3	20	96	72	3			
16	3	1	96	96	2	0,155	6	6,5
16	3	2	96	96	2	0,15	6,2	6,3
16	3	3	96	96	2	0,16	6	6,8
16	3	4	96	96	3	0,001	1,1	0,9
16	3	5	96	96	3	0,001	1	1
16	3	6	96	96	3			
16	3	7	96	96	3			
16	3	8	96	96	3			
16	3	9	96	96	3			
16	3	10	96	96	3			
16	3	11	96	96	3			
16	3	12	96	96	3			
16	3	13	96	96	2			
16	3	14	96	96	3			
16	3	15	96	96	3			
16	3	16	96	96	3			
16	3	17	96	96	0			
16	3	18	96	96	2			
16	3	19	96	96	3			
16	3	20	96	96	3			

**ANEXO 2. Valor de elongación del tubo polínico y características de los frutos de *Ugni molinae* Turcz., obtenidos en cada tratamiento.**

Tratamiento	Planta	Repetición	Polinización	Retiro flor	Valor elong	Peso (g)	D. polar (mm)	D. ecuat (mm)
1	1	1	24	24	1	0,2023	6,95	7,8
1	1	2	24	24	1	0,1769	6,35	6,95
1	1	3	24	24	2	0,1802	6,4	6,9
1	1	4	24	24	2	0,209	6,95	7,9
1	1	5	24	24	1	0,179	6,2	7,3
1	1	6	24	24	1			
1	1	7	24	24	1			
1	1	8	24	24	2			
1	1	9	24	24	1			
2	1	1	24	48	1	0,2396	7,25	8,25
2	1	2	24	48	2	0,2378	7,2	7,95
2	1	3	24	48	1	0,3065	7,65	8,85
2	1	4	24	48	2	0,3115	7,6	8,87
2	1	5	24	48	2	0,2537	7,3	8
2	1	6	24	48	2			
2	1	7	24	48	2			
2	1	8	24	48	1			
2	1	9	24	48	2			
2	1	10	24	48	1			
3	1	1	24	72	2	0,3118	7,6	8,6
3	1	2	24	72	2	0,3121	7,9	8,95
3	1	3	24	72	2	0,3578	8,3	9,35
3	1	4	24	72	2	0,3068	7,65	8,85
3	1	5	24	72	1	0,2896	7,4	8,5
3	1	6	24	72	1			
3	1	7	24	72	1			
3	1	8	24	72	2			
3	1	9	24	72	2			
3	1	10	24	72	3			
4	1	1	48	24	2	0,2376	7,2	7,85
4	1	2	48	24	2	0,2084	7,1	7,6
4	1	3	48	24	2	0,1775	6,9	7,4
4	1	4	48	24	2			
4	1	5	48	24	1			
4	1	6	48	24	1			
4	1	7	48	24	2			
4	1	8	48	24	2			
4	1	9	48	24	1			

(Continúa)

## Continuación Anexo 2

4	1	10	48	24	1			
5	1	1	48	48	2	0,3014	7,7	8,6
5	1	2	48	48	2	0,2785	7,5	8,55
5	1	3	48	48	2	0,3103	6,9	8,95
5	1	4	48	48	2	0,2547	7,2	8,8
5	1	5	48	48	3	0,259	7,25	8,85
5	1	6	48	48	2			
5	1	7	48	48	2			
5	1	8	48	48	1			
5	1	9	48	48	1			
5	1	10	48	48	1			
6	1	1	48	72	3	0,2085	7,25	8,2
6	1	2	48	72	3	0,2585	7,25	8,8
6	1	3	48	72	3	0,3346	7,8	8,9
6	1	4	48	72	2	0,2808	7,5	8,55
6	1	5	48	72	2			
6	1	6	48	72	2			
6	1	7	48	72	3			
6	1	8	48	72	2			
6	1	9	48	72	2			
6	1	10	48	72	3			
7	1	1	72	24	3	0,2234	6,1	7
7	1	2	72	24	3	0,1819	6	6,85
7	1	3	72	24	3	0,2072	6,05	7
7	1	4	72	24	3	0,154	5,85	6,4
7	1	5	72	24	2	0,2584	7,8	8,1
7	1	6	72	24	2			
7	1	7	72	24	3			
7	1	8	72	24	3			
7	1	9	72	24	2			
7	1	10	72	24	3			
8	1	1	72	48	3	0,3207	7,3	8,8
8	1	2	72	48	3	0,2885	6,95	8,35
8	1	3	72	48	3	0,3014	7,1	8,6
8	1	4	72	48	3	0,2887	6,9	8,3
8	1	5	72	48	3	0,2995	7,1	8,55
8	1	6	72	48	3			
8	1	7	72	48	3			
8	1	8	72	48	2			
8	1	9	72	48	2			
8	1	10	72	48	3			
9	1	1	72	72	2	0,2927	7,15	8,5
9	1	2	72	72	2	0,3223	7,9	9,2
9	1	3	72	72	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 2

9	1	4	72	72	3			
9	1	5	72	72	3			
9	1	6	72	72	3			
9	1	7	72	72	3			
9	1	8	72	72	3			
9	1	9	72	72	3			
9	1	10	72	72	3			
1	2	1	24	24	1	0,1774	6,25	6,95
1	2	2	24	24	1	0,1795	6,35	6,95
1	2	3	24	24	3	0,1788	6,3	6,9
1	2	4	24	24	1	0,179	6,3	7
1	2	5	24	24	1	0,1823	6,8	7,3
1	2	6	24	24	1			
1	2	7	24	24	2			
1	2	8	24	24	2			
1	2	9	24	24	1			
1	2	10	24	24	1			
2	2	1	24	48	2	0,1595	6,5	6,55
2	2	2	24	48	2	0,2415	7,7	7,8
2	2	3	24	48	2	0,2975	8,1	8,5
2	2	4	24	48	2	0,3085	8,2	8,8
2	2	5	24	48	1	0,2784	7,9	8
2	2	6	24	48	1			
2	2	7	24	48	1			
2	2	8	24	48	1			
2	2	9	24	48	1			
2	2	10	24	48	1			
3	2	1	24	72	3	0,3371	8,3	9,1
3	2	2	24	72	2	0,344	8,45	9
3	2	3	24	72	2	0,3095	8,2	8,8
3	2	4	24	72	1	0,2515	7,6	8
3	2	5	24	72	2			
3	2	6	24	72	2			
3	2	7	24	72	2			
3	2	8	24	72	1			
3	2	9	24	72	2			
3	2	10	24	72	2			
4	2	1	48	24	2	0,2052	6,55	7,7
4	2	2	48	24	2	0,1878	6,8	7,25
4	2	3	48	24	1	0,1245	6,05	6,2
4	2	4	48	24	2	0,0967	6,35	5,75
4	2	5	48	24	2	0,2265	6,7	7,65
4	2	6	48	24	2			
4	2	7	48	24	1			

(Continúa)

## Continuación Anexo 2

4	2	8	48	24	1			
4	2	9	48	24	2			
4	2	10	48	24	1			
5	2	1	48	48	2	0,2941	7,7	8,55
5	2	2	48	48	2	0,325	8,05	8,9
5	2	3	48	48	2	0,1732	5,65	6,95
5	2	4	48	48	2	0,2502	7,4	8,5
5	2	5	48	48	2	0,3065	7,9	8,8
5	2	6	48	48	3			
5	2	7	48	48	2			
5	2	8	48	48	2			
5	2	9	48	48	2			
5	2	10	48	48	2			
6	2	1	48	72	3	0,3731	8,6	9,25
6	2	2	48	72	3	0,2886	7,55	8,65
6	2	3	48	72	3	0,1073	5,7	6
6	2	4	48	72	3	0,1485	6,1	7,2
6	2	5	48	72	3	0,2047	7,2	8,1
6	2	6	48	72	2			
6	2	7	48	72	2			
6	2	8	48	72	2			
6	2	9	48	72	3			
6	2	10	48	72	3			
7	2	1	72	24	3	0,1498	5,75	6,9
7	2	2	72	24	3	0,1472	6,15	6,6
7	2	3	72	24	3	0,2319	6,75	7,95
7	2	4	72	24	3	0,1634	6,1	5,9
7	2	5	72	24	3	0,2084	6	6,9
7	2	6	72	24	3			
7	2	7	72	24	2			
7	2	8	72	24	2			
7	2	9	72	24	3			
7	2	10	72	24	3			
8	2	1	72	48	3	0,2892	6,9	8,4
8	2	2	72	48	3	0,3087	7,1	9
8	2	3	72	48	3	0,2597	6,8	8,3
8	2	4	72	48	2	0,3204	7,2	8,9
8	2	5	72	48	3	0,3185	7,6	8,2
8	2	6	72	48	3			
8	2	7	72	48	3			
8	2	8	72	48	3			
8	2	9	72	48	2			
8	2	10	72	48	3			
9	2	1	72	72	3	0,2896	7,2	8,1

(Continúa)

## Continuación Anexo 2

9	2	2	72	72	3	0,3304	7,6	9,2
9	2	3	72	72	3	0,3025	7,1	8,4
9	2	4	72	72	3	0,3103	7,8	8,5
9	2	5	72	72	3			
9	2	6	72	72	3			
9	2	7	72	72	3			
9	2	8	72	72	3			
9	2	9	72	72	2			
9	2	10	72	72	2			
1	3	1	24	24	2	0,2283	6,7	7,65
1	3	2	24	24	1	0,1996	7,2	8,95
1	3	3	24	24	1	0,2365	6,6	7,4
1	3	4	24	24	1	0,1982	6,8	7,3
1	3	5	24	24	3	0,2193	6,6	7,5
1	3	6	24	24	2			
1	3	7	24	24	1			
1	3	8	24	24	3			
1	3	9	24	24	1			
1	3	10	24	24	1			
2	3	1	24	48	2	0,2385	6,8	7,9
2	3	2	24	48	2	0,3183	7,3	9,15
2	3	3	24	48	2	0,2922	7,35	8,8
2	3	4	24	48	1	0,2734	7,05	8,3
2	3	5	24	48	1	0,3047	7,2	8,9
2	3	6	24	48	2	0,2994	7	9,05
2	3	7	24	48	1			
2	3	8	24	48	1			
2	3	9	24	48	2			
2	3	10	24	48	1			
3	3	1	24	72	3	0,3368	8,2	9,3
3	3	2	24	72	2	0,3246	8,35	9
3	3	3	24	72	2	0,3128	8,25	9,2
3	3	4	24	72	1	0,3307	8,3	9,1
3	3	5	24	72	2			
3	3	6	24	72	2			
3	3	7	24	72	2			
3	3	8	24	72	2			
3	3	9	24	72	3			
3	3	10	24	72	2			
4	3	1	48	24	2	0,2084	6,55	7,7
4	3	2	48	24	2	0,2132	6,25	7,6
4	3	3	48	24	0	0,2004	6,72	7,25
4	3	4	48	24	2	0,2204	6,35	7,6
4	3	5	48	24	2	0,2193	6,2	7,4

(Continúa)

## Continuación Anexo 2

4	3	6	48	24	1			
4	3	7	48	24	2			
4	3	8	48	24	2			
4	3	9	48	24	2			
5	3	1	48	48	2	0,2941	7,6	8,2
5	3	2	48	48	3	0,3354	8,2	9
5	3	3	48	48	2	0,2807	7,7	8,5
5	3	4	48	48	2	0,3054	7,8	8,3
5	3	5	48	48	2	0,3184	7,9	8,8
5	3	6	48	48	2			
5	3	7	48	48	2			
5	3	8	48	48	2			
5	3	9	48	48	2			
5	3	10	48	48	3			
6	3	1	48	72	3	0,3028	8,6	9,2
6	3	2	48	72	3	0,2982	7,4	8,6
6	3	3	48	72	3	0,128	5,9	6,3
6	3	4	48	72	2	0,3364	8,15	8,9
6	3	5	48	72	3	0,3508	8	9,45
6	3	6	48	72	2			
6	3	7	48	72	3			
6	3	8	48	72	3			
6	3	9	48	72	2			
6	3	10	48	72	2			
7	3	1	72	24	3	0,3451	7,45	9
7	3	2	72	24	3	0,1941	6,15	7,25
7	3	3	72	24	3	0,2908	6,9	8,25
7	3	4	72	24	3	0,2349	6,8	7,7
7	3	5	72	24	2	0,1708	6,2	6,4
7	3	6	72	24	3			
7	3	7	72	24	3			
7	3	8	72	24	3			
7	3	9	72	24	2			
7	3	10	72	24	2			
8	3	1	72	48	2	0,2707	6,8	8,3
8	3	2	72	48	3	0,2502	6,4	7,9
8	3	3	72	48	3	0,3	7	8,7
8	3	4	72	48	2	0,3104	7,2	8,75
8	3	5	72	48	2			
8	3	6	72	48	3			
8	3	7	72	48	3			
8	3	8	72	48	3			
8	3	9	72	48	3			

(Continúa)

## Continuación Anexo 2

8	3	10	72	48	2			
9	3	1	72	72	3	0,2942	7,1	8,6
9	3	2	72	72	3	0,2521	6,9	8
9	3	3	72	72	3	0,2723	6,8	8,3
9	3	4	72	72	3	0,3204	7,45	8,7
9	3	5	72	72	3	0,3027	7	8,3
9	3	6	72	72	3			
9	3	7	72	72	3			
9	3	8	72	72	2			
9	3	9	72	72	2			
9	3	10	72	72	3			
1	4	1	24	24	2	0,189	6,7	7,4
1	4	2	24	24	1	0,1993	6,8	7,45
1	4	3	24	24	1	0,2122	6,75	7,6
1	4	4	24	24	1	0,2337	6,5	7,5
1	4	5	24	24	2	0,2398	6,8	7,4
1	4	6	24	24	2			
1	4	7	24	24	1			
1	4	8	24	24	1			
1	4	9	24	24	1			
1	4	10	24	24	1			
2	4	1	24	48	1	0,2894	6,9	8,9
2	4	2	24	48	2	0,2932	7,34	8,9
2	4	3	24	48	1	0,2798	7,1	8,4
2	4	4	24	48	1	0,318	7,2	9
2	4	5	24	48	2			
2	4	6	24	48	2			
2	4	7	24	48	1			
2	4	8	24	48	1			
2	4	9	24	48	1			
2	4	10	24	48	2			
3	4	1	24	72	2	0,3177	8,35	9,3
3	4	2	24	72	2	0,3386	8,3	9,35
3	4	3	24	72	2	0,3207	8,35	9,25
3	4	4	24	72	1	0,3348	8,4	9,4
3	4	5	24	72	1			
3	4	6	24	72	1			
3	4	7	24	72	2			
3	4	8	24	72	2			
3	4	9	24	72	2			
3	4	10	24	72	2			
4	4	1	48	24	2	0,2048	6,75	7,3
4	4	2	48	24	2	0,2139	6,8	7,2

(Continúa)

## Continuación Anexo 2

4	4	3	48	24	2	0,2214	6,4	7,6
4	4	4	48	24	1	0,2183	6,2	7,55
4	4	5	48	24	2	0,2377	6,9	7,85
4	4	6	48	24	1			
4	4	7	48	24	2			
4	4	8	48	24	2			
4	4	9	48	24	2			
4	4	10	48	24	1			
5	4	1	48	48	2	0,3041	7,7	8,4
5	4	2	48	48	2	0,2954	7,6	8,2
5	4	3	48	48	2	0,3148	7,85	8,75
5	4	4	48	48	3	0,2829	7,4	8,7
5	4	5	48	48	2	0,3276	8	9,2
5	4	6	48	48	2			
5	4	7	48	48	2			
5	4	8	48	48	2			
5	4	9	48	48	2			
5	4	10	48	48	3			
6	4	1	48	72	3	0,3383	8,1	8,85
6	4	2	48	72	3	0,2972	8	8,6
6	4	3	48	72	3	0,3064	8,5	9,1
6	4	4	48	72	3	0,3428	8,35	8,75
6	4	5	48	72	2			
6	4	6	48	72	3			
6	4	7	48	72	2			
6	4	8	48	72	3			
6	4	9	48	72	2			
6	4	10	48	72	3			
7	4	1	72	24	3	0,2008	6,85	7,95
7	4	2	72	24	2	0,3041	7	8,2
7	4	3	72	24	3	0,3415	7,4	8,9
7	4	4	72	24	2	0,2585	6,35	8
7	4	5	72	24	3	0,2914	7,6	8,5
7	4	6	72	24	3			
7	4	7	72	24	3			
7	4	8	72	24	3			
7	4	9	72	24	3			
7	4	10	72	24	3			
8	4	1	72	48	2	0,3074	7	8,6
8	4	2	72	48	3	0,3152	7,1	8,75
8	4	3	72	48	3	0,2712	6,85	8,2
8	4	4	72	48	3	0,2841	7,3	8,55
8	4	5	72	48	3	0,3139	7,05	8,7
8	4	6	72	48	2			

(Continúa)

## Continuación Anexo 2

8	4	7	72	48	3			
8	4	8	72	48	3			
8	4	9	72	48	3			
8	4	10	72	48	3			
9	4	1	72	72	2	0,2742	6,8	8,1
9	4	2	72	72	2	0,3032	7,8	8,5
9	4	3	72	72	3	0,2803	6,8	8,05
9	4	4	72	72	3	0,3325	7,55	8,7
9	4	5	72	72	3	0,3028	7	8,2
9	4	6	72	72	3			
9	4	7	72	72	3			
9	4	8	72	72	3			
9	4	9	72	72	3			
9	4	10	72	72	3			
1	5	1	24	24	1	0,2563	6,5	7,4
1	5	2	24	24	2	0,1969	7,25	8,9
1	5	3	24	24	2	0,2139	6,6	7,5
1	5	4	24	24	1	0,2223	6,6	7,65
1	5	5	24	24	1	0,2319	6,6	7,3
1	5	6	24	24	1			
1	5	7	24	24	1			
1	5	8	24	24	2			
1	5	9	24	24	1			
1	5	10	24	24	2			
2	5	1	24	48	2	0,33149	6,8	8
2	5	2	24	48	2	0,2923	7,1	9
2	5	3	24	48	2	0,2943	7,15	9
2	5	4	24	48	1	0,3074	7,15	9
2	5	5	24	48	1	0,2369	7,2	8,1
2	5	6	24	48	1			
2	5	7	24	48	2			
2	5	8	24	48	1			
2	5	9	24	48	2			
2	5	10	24	48	2			
3	5	1	24	72	1	0,2182	6,25	7,5
3	5	2	24	72	2	0,2558	6,3	7,9
3	5	3	24	72	2	0,436	8,9	10,1
3	5	4	24	72	2	0,283	7,7	8,35
3	5	5	24	72	2			
3	5	6	24	72	2			
3	5	7	24	72	3			
3	5	8	24	72	2			
3	5	9	24	72	2			
3	5	10	24	72	1			

(Continuación)

## Continuación Anexo 2

4	5	1	48	24	2	0,2248	6,35	7,5
4	5	2	48	24	2	0,2507	7,5	8,5
4	5	3	48	24	2	0,2082	6,3	7,65
4	5	4	48	24	1	0,2194	6,5	7,6
4	5	5	48	24	1	0,1897	6,05	6,9
4	5	6	48	24	1			
4	5	7	48	24	2			
4	5	8	48	24	2			
4	5	9	48	24	1			
4	5	10	48	24	1			
5	5	1	48	48	1	0,3232	7,45	9,15
5	5	2	48	48	2	0,4922	9,05	11
5	5	3	48	48	2	0,3593	7,5	9,1
5	5	4	48	48	2	0,3045	7,8	8,2
5	5	5	48	48	2			
5	5	6	48	48	3			
5	5	7	48	48	2			
5	5	8	48	48	2			
5	5	9	48	48	2			
5	5	10	48	48	2			
6	5	1	48	72	3	0,3465	8,05	8,85
6	5	2	48	72	3	0,3593	7,9	9,55
6	5	3	48	72	3	0,3958	8,5	9,85
6	5	4	48	72	2	0,3564	8,15	8,95
6	5	5	48	72	3			
6	5	6	48	72	2			
6	5	7	48	72	3			
6	5	8	48	72	3			
6	5	9	48	72	3			
6	5	10	48	72	3			
7	5	1	72	24	3	0,1887	6,2	6,5
7	5	2	72	24	3	0,2981	6,9	8,3
7	5	3	72	24	3	0,2513	6,85	7,8
7	5	4	72	24	3	0,3153	7,2	8,9
7	5	5	72	24	2	0,2325	6,8	7,75
7	5	6	72	24	3			
7	5	7	72	24	2			
7	5	8	72	24	3			
7	5	9	72	24	3			
7	5	10	72	24	2			
8	5	1	72	48	2	0,3027	7,2	8,7
8	5	2	72	48	3	0,2631	6,4	7,85
8	5	3	72	48	2	0,3148	7,2	8,7
8	5	4	72	48	3			

(Continuación)

## Continuación Anexo 2

8	5	5	72	48	3			
8	5	6	72	48	3			
8	5	7	72	48	3			
8	5	8	72	48	3			
8	5	9	72	48	3			
8	5	10	72	48	2			
9	5	1	72	72	2	0,3305	7,55	8,75
9	5	2	72	72	3	0,3258	7,5	8,75
9	5	3	72	72	3	0,2827	6,8	8,2
9	5	4	72	72	3	0,2924	7,05	8,65
9	5	5	72	72	3			
9	5	6	72	72	3			
9	5	7	72	72	3			
9	5	8	72	72	2			
9	5	9	72	72	3			
9	5	10	72	72	3			

**ANEXO 3. Análisis Mann-Whitney U Test, para la elongación del tubo polínico, en tres plantas de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz.**

Planta	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
1-2	102245.5	102874.5	50885.50	-0.1344	0.8930	-0.1480	0.88227
1-3	103631.0	101489.0	50129.0	-0.4579	0.6470	-0.5020	0.61561
2-3	103980.5	101139.5	49779.5	-0.6073	0.5436	-0.6666	0.50502

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 4. Análisis Mann-Whitney U Test, para la elongación del tubo polínico en flores de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz., en las polinizaciones escalonadas en el tiempo.**

Polinización	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
24-48	41240.00	74200.00	12320.0	-10.8459	0.000	-11.5308	0.000*
24-72	37356.00	78084.00	8436.00	-13.4020	0.000	-14.2718	0.000*
24-96	36830.00	78610.00	7910.00	-13.7482	0.000	-14.6624	0.000*
48-72	52422.00	63018.00	23502.0	-3.48673	0.00049	-4.05040	0.00005*
48-96	51695.00	63745.00	22775.0	-3.96519	0.00007	-4.63853	0.00004*
72-96	56979.00	58461.00	28059.0	-0.48776	0.62578	-0.61163	0.54078

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 5. Análisis Mann-Whitney U Test, para la elongación del tubo polínico en flores de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz., en los retiros escalonados en el tiempo.**

Retiro	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
24-48	58023.5	57416.5	28496.5	-0.1997	0.841685	-0.2167	0.828402
24-72	55784.0	59656.0	26864.0	-1.2741	0.202628	-1.3971	0.162387
24-96	54863.5	60576.5	25943.5	-1.8799	0.060127	-2.0722	0.038248*
48-72	55488.0	59952.0	26568.0	-1.4689	0.141862	-1.6083	0.107768
48-96	54574.0	60866.0	25654.0	-2.0704	0.038418	-2.7842	0.022708*
72-96	56728.0	58712.0	27808.0	-0.6528	0.513853	-0.7286	0.466192

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 6. Análisis Mann-Whitney U Test, para el peso de los frutos, en tres plantas de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz.**

Planta	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
1-2	6322.5	5002.5	2446.5	-1.3475	0.177815	-1.3609	0.173544
1-3	5652.0	4078.0	2248.0	-0.5187	0.603906	-0.5218	0.601811
2-3	4468.5	4177.5	1912.5	-1.0047	0.315025	-1.0129	0.311077

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 7. Análisis Mann-Whitney U Test, para el peso de los frutos de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz., obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo.**

Polinización	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
24-48	3464.000	2977.000	1437.000	-0.9076	0.364090	-0.9102	0.362720
24-72	4151.000	2177.000	692.000	-5.0892	0.000	-5.0113	0.000*
24-96	3648.500	1502.500	556.500	-4.7424	0.000002	-4.7767	0.00002*
48-72	3576.000	2419.000	934.000	-3.3393	0.000841	-3.3667	0.00076*
48-96	3205.500	1645.500	699.500	-3.4578	0.000545	-3.5082	0.00045*
72-96	2801.000	1952.000	1006.000	-1.1255	0.260350	-1.1508	0.249784

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 8. Análisis Mann-Whitney U Test, para el diámetro polar de los frutos, en tres plantas de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz.**

Planta	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
1-2	6308.0	5017.0	2461.0	-1.2929	0.196033	-1.3059	0.191589
1-3	5749.0	3981.0	2151.0	-0.9312	0.351714	-0.9401	0.347173
2-3	4605.5	4040.5	2049.5	-0.3718	0.709990	-0.3784	0.705125

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 9. Análisis Mann-Whitney U Test, para el diámetro polar de frutos de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz., obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo.**

Polini- zación	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
24-48	3381.500	3059.500	1519.500	-0.4337	0.664509	-0.4360	0.662768
24-72	4079.500	2248.500	763.500	-4.6728	0.00003	-4.7186	0.00002*
24-96	3663.000	1488.000	542.000	-4.8420	0.00001	-4.8937	0.00001*
48-72	3676.000	2319.000	834.000	-3.9454	0.00008	-3.9978	0.00006*
48-96	3354.500	1496.500	550.500	-4.5245	0.00006	-4.5940	0.00004*
72-96	2862.000	1891.000	945.000	-1.5685	0.116761	-1.6143	0.106470

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 10. Análisis Mann-Whitney U Test, para el diámetro ecuatorial de los frutos, en tres plantas de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz.**

Planta	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
1-2	6372.500	4952.500	2396.500	-1.5357	0.124610	-1.5568	0.119525
1-3	5657.500	4072.500	2242.500	-0.5421	0.587695	-0.5475	0.584022
2-3	4428.500	4217.500	1872.500	-1.1895	0.234293	-1.2000	0.230133

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 11. Análisis Mann-Whitney U Test, para el diámetro ecuatorial de frutos de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz., obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo.**

Polinización	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
24-48	3337.000	3104.000	1564.000	-0.1780	0.858665	-0.1789	0.858011
24-72	4020.000	2308.000	823.000	-4.3264	0.000015	-4.3492	0.00001*
24-96	3533.500	1617.500	671.500	-3.9526	0.000077	-3.9998	0.00006*
48-72	3604.500	2390.500	905.500	-3.5121	0.000445	-3.5465	0.00039*
48-96	3247.500	1603.500	657.500	-3.7585	0.000171	-3.8434	0.00012*
72-96	2843.000	1910.000	964.000	-1.4305	0.152560	-1.4660	0.142642

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 12. Análisis de varianza de la elongación de los tubos polínicos en flores de *Ugni molinae* Turcz.**

Fuente de variación	SC	GL	CM	F-calculado	P-Valor
A:Planta	0.394719	4	0.0986797	0.40	0.8108
B:Polinización	101.792	2	50.8961	204.74	0.0000*
C:Retiro	21.3805	2	10.6903	43.00	0.0000*
Interacciones					
BC	12.4283	4	3.10707	12.50	0.0000*
Error	108.135	435	0.248585		
Total (corregido)	243.748	447			

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 13. Prueba de Tukey, para la elongación de los tubos polínicos, en flores de *Ugni molinae* Turcz., en cada tratamiento.**

Tratamiento	N	Promedio	Grupos homogéneos
1	49	1.40816	d
2	50	1.05	d
3	50	1.88	bc
4	49	1.61224	cd
5	50	2.06	b
6	50	2.66	a
7	50	2.74	a
8	50	2.74	a
9	50	2.8	a

Letras distintas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 14. Prueba de Tukey, para la elongación de los tubos polínicos, en flores de *Ugni molinae* Turcz., en polinizaciones escalonadas en el tiempo.**

Polinización	N	Promedio	Grupos homogéneos
24	149	1.5957	c
48	149	2.11102	b
72	150	2.76	a

Letras distintas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 15. Prueba de Tukey, para la elongación de los tubos polínicos, de flores de *Ugni molinae* Turcz., en los retiros de flor escalonados en el tiempo.**

Retiro	N	Promedio	Grupos homogéneos
24	148	1.92006	c
48	150	2.1	b
72	150	2.44667	a

Letras distintas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 16. Análisis Mann-Whitney U Test, para el peso de los frutos, en cinco plantas de *Ugni molinae* Turcz.**

Planta	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
1-2	1732.500	1670.500	724.500	-1.0585	0.289837	-1.0585	0.289821
1-3	1524.500	1961.500	744.500	-1.0355	0.300401	-1.0356	0.300393
1-4	1387.000	1934.000	607.000	-2.0038	0.045096	-2.0038	0.004509*
1-5	1375.000	1706.000	595.000	-1.6539	0.098157	-1.6539	0.098152
2-3	1666.000	2162.000	720.000	-1.9186	0.055037	-1.9187	0.055031
2-4	1559.000	2096.000	613.000	-2.5490	0.010806	-2.5490	0.010806*
2-5	1512.500	1890.500	566.500	-2.5255	0.011557	-2.5255	0.011556*
3-4	1817.500	1923.500	827.500	-0.8336	0.404459	-0.8337	0.404452
3-5	1768.500	1717.500	778.500	-0.7253	0.468230	-0.7253	0.468224
4-5	1725.500	1595.500	815.500	-0.0330	0.973609	-0.0330	0.973608

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 17. Análisis Mann-Whitney U Test, para el peso de los frutos de *Ugni molinae* Turcz., obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo.**

Polinización	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
24-48	4932.500	4937.500	2376.500	-0.3042	0.760929	-0.3042	0.760927
24-72	4696.000	4895.000	2140.000	-1.0160	0.309624	-1.0160	0.309621
48-72	4595.500	4720.500	2180.500	-0.5702	0.568535	-0.5702	0.568528

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 18. Análisis Mann-Whitney U Test, para el diámetro polar de los frutos, en cinco plantas de *Ugni molinae* Turcz.**

Planta	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
1-2	1684.000	1719.000	773.000	-0.6081	0.543078	-0.6086	0.542775
1-3	1682.500	1803.500	813.500	-0.4060	0.684727	-0.4063	0.684519
1-4	1563.000	1758.000	783.000	-0.3402	0.733652	-0.3405	0.733471
1-5	1600.500	1480.500	700.500	-0.5996	0.548775	-0.6001	0.548396
2-3	1810.500	2017.500	864.500	-0.6919	0.489002	-0.6924	0.488653
2-4	1684.000	1971.000	738.000	-1.4503	0.146977	-1.4514	0.146653
2-5	1737.500	1665.500	791.500	-0.4363	0.662551	-0.4367	0.662306
3-4	1803.000	1938.000	813.000	-0.9589	0.337583	-0.9601	0.336983
3-5	1865.000	1621.000	841.000	-0.1551	0.876735	-0.1552	0.876611
4-5	1833.500	1487.500	707.500	-1.0539	0.291934	-1.0548	0.291525

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 19. Análisis Mann-Whitney U Test, para el diámetro polar de los frutos de *Ugni molinae* Turcz., obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo.**

Polinización	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
24-48	4896.000	4974.000	2340.000	-0.4563	0.648109	-0.4566	0.647958
24-72	5456.500	4134.500	1856.500	-2.2237	0.026172	-2.2262	0.02600*
48-72	5422.000	3894.000	1616.000	-3.0273	0.002469	-3.0295	0.00245*

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 20. Análisis Mann-Whitney U Test, para el diámetro ecuatorial de los frutos, en cinco plantas de *Ugni molinae* Turcz.**

Planta	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
1-2	1796.000	1607.000	661.000	-1.6481	0.099342	-1.6491	0.099125
1-3	1566.000	1920.000	786.000	-0.6569	0.511225	-0.6573	0.510950
1-4	1509.000	1812.000	729.000	-0.8506	0.394950	-0.8512	0.394656
1-5	1465.000	1616.000	685.000	-0.7545	0.450554	-0.7547	0.450380
2-3	1637.000	2191.000	691.000	-2.1648	0.030406	-2.1661	0.030308*
2-4	1562.000	2092.500	616.500	-2.5183	0.011797	-2.5196	0.011751*
2-5	1551.500	1851.500	605.500	-2.1634	0.030516	-2.1644	0.030438*
3-4	1891.500	1849.500	901.500	-0.1943	0.845876	-0.1945	0.845769
3-5	1828.000	1657.000	838.500	-0.1779	0.858786	-0.1780	0.858687
4-5	1724.000	1597.000	817.000	-0.0189	0.984918	-0.0189	0.984906

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .

**ANEXO 21. Análisis Mann-Whitney U Test, para el diámetro ecuatorial de los frutos de *Ugni molinae* Turcz., obtenidos en las polinizaciones escalonadas en el tiempo.**

Polinización	Suma Grupo 1	Suma Grupo 2	U	Z	P-level	Ajuste	P-level ajustado
24-48	5071.000	4799.000	2384.00	-0.2730	0.784852	-0.2731	0.784756
24-72	5147.000	4444.000	2166.000	-0.9052	0.365662	-0.9057	0.365088
48-72	4921.000	4395.000	2117.000	-0.8466	0.397214	-0.8471	0.396926

\* Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ .