UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

COMPARACION DE DOS ALTURAS DE CORTE EN DIFERENTES ESTADOS FENOLOGICOS DEL CULTIVO DE ACHYROCLINE FLACCIDA Y ACHYROCLINE SATUREIOIDES

por

Claudia Diana QUINCKE VON ZAKRZEWSKI

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2006

Tesis aprobada por:

Director: ……..……..
Ing. Agr. Mauricio Bonifaccino

……
Ing. Agr. José Villamil

……..
Ing. Agr. Margarita García

Fecha: ……..

Autora: ……..
Claudia Diana Quincke von Zakrzewski

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ing. Agr. (M.Sc) Philip Davies por seleccionar esta tesis, así como orientarme a lo largo del trabajo de campo, con su posterior elaboración y corrección.

Agradezco al Ing. Agr. Mauricio Bonifaccino por corregirme como director esta tesis; así como a los Ing. Agr. José Villamil e Ing. Agr. Margarita García por colaborar con la corrección de la misma.

A la Ing. Agr. Verónica Ciganda PhD por su valiosísima ayuda en la Elaboración y Revisión Estadística de los resultados.

Al Ing. Agr. Jorge Franco por su gran ayuda con el Informe Estadístico del SAS (Statistical Analysis System).

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Las Brujas y su personal de trabajo: Tec.Gr. Juan José Villamil y Sr. Richard Ashfield, por su gran ayuda en el trabajo de campo, así como por su compañerismo.

Al Ing. Agr. Bernardo Sans, y mis compañeros de trabajo: Técn. Fernando Pesce e Ing. Agr. Sebastián Moure, por el tiempo, por su apoyo y comprensión, para que pueda culminarla lo más pronto posible.

Y por último, pero no menos importante; a mi compañero: Rodrigo Crispino; a mis padres Rolando y Diana, a mis hermanas Marianne, Lucía y Verónica; a mis amigas y amigos: Mayra Alvez, Elena Costa, Beatriz Cotro, Yvonne Gonzalez, Hugo Gularte, Patricia Martinez, Beatriz Vega, entre otros; por su gran apoyo emocional para el seguimiento y la culminación de este trabajo.

Muchas gracias a todos!

TABLA DE CONTENIDO

Página

PAGINA DE APROBACION II
AGRADECIMIENTOS III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES VII

1. INTRODUCCION 1

2. REVISION BIBLIOGRAFICA
2.1 ANTECEDENTES 2
2.2 DESCRIPCION BOTANICA 3
2.3 ORIGEN 4
2.4 PARTE UTILIZADA PARA INFUSION Y MEDICAMENTOS 4
2.5 ANUALISMO-PERENNIDAD 5
2.6 USO POPULAR 5
2.7 DATOS FARMACOLOGICOS 6
2.8 DATOS QUIMICOS 9
2.9 INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE LA MARCELA 10
2.10 ACEITES ESENCIALES 11
2.11 RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO – SUELO 12
2.12 MULTIPLICACION DEL ALMACIGO 12
2.13 EPOCA DEL AÑO 13
2.14 SIEMBRA 13
2.15 TRANSPLANTE 14
2.16 NECESIDADES DEL CULTIVO 15
2.17 PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS 16
2.18 MOMENTO Y FORMA DE COSECHA 17
2.19 SECADO Y PROCESAMIENTO 17

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EXPERIMENTO ... 18
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL 19
3.3 EVALUACION DEL CRECIMENTO DE LAS PLANTULAS ... 20
3.4 MEDICIONES 21
3.4.1 Caracterización de las plantas en almácigo y para transplante 21
3.4.2 Determinación de curvas de crecimiento desde

transplante a cosecha …….. 21
3.4.3 Determinación del rendimiento de Materia Seca y Materia Verde en tres momentos de corte y dos alturas de corte …… 22
3.4.4 Determinación de compuestos químicos …… 22
3.4.5 Análisis estadístico …….. 23

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CARACTERIZACION DE LAS PLANTAS EN ALMÁCIGO Y PARA TRANSPLANTE ……... 24

4.1.1 Los primeros resultados se obtuvieron con el propósito de conocer las variables del cultivo desde su transplante …… 24
4.1.2 En el momento del transplante se midió el tamaño de plantas existentes en los canteros, ya que existía una variación visual importante en el tamaño de plantas …. 25
4.1.3 Fueron medidas en tercer lugar el tamaño de las plantas elegidas por los transplantadores como aptas para la sobrevivencia …… 26

4.2 DETERMINACIÓN DE CURVAS DE CRECIMIENTO DESDE TRANSPLANTE A COSECHA …… 28

4.2.1 Altura de planta
4.2.1.1 Achyrocline flaccida 29
4.2.1.2 Achyrocline satureioides …… 33
4.2.1.3 Achyrocline flaccida vs. Achyrocline satureioides 37

4.2.2 Número de ramas principales y ramificaciones
4.2.2.1 Achyrocline flaccida …….. 38
4.2.2.2 Achyrocline satureioides …… 44
4.2.2.3 Achyrocline flaccida vs. Achyrocline satureioides 50

4.3 DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y MATERIA VERDE EN TRES MOMENTOS DE CORTE Y DOS ALTURAS DE CORTE …… 52

4.3.1 Materia Verde …….. 53
4.3.2 Materia Seca …… 56
4.3.3 Tallos …… 58

4.3.4 Flores …… 60
4.3.5 Parcelas con segundo corte …… 62

4.4 DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS QUÍMICOS …….. 65

5. CONCLUSIONES …….. 68

6. RESUMEN …….. 71

7. SUMMARY ……..... 72

8. BIBLIOGRAFIA 73

9. ANEXOS 77

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Figura No. Página

1. Croquis del experimento ……. 20

2. Variación del no. plantas por fila ……. 24

3. Variación en el largo de tallos – en almácigos …….. 25

4. Variación en el largo de raíces – en almácigos ……. 25

5. Variación en el número de tallos – en almácigos …….. 26

6. Variación en el largo de tallos – plantas elegidas para transplante …….. 27

7. Variación en el largo de raíces – plantas elegidas para transplante …….. 27

8. Variación en el número de tallos – plantas elegidas para transplante …….. 28

9. Altura promedio (cm) para plantas fijas – A. flaccida …….. 29

10. Datos observados (plantas fijas) vs. Datos predecidos a partir del modelo del SAS – A. flaccida …… 30

11. Altura promedio plantas fijas durante el período de Crecimiento A. flaccida – Programa Curve Expert 1.3 …….. 31

12. Correlación entre modelo de plantas fijas vs. plantas al azar … 32

13. Alturas promedio (cm) – Total de plantas para A. flaccida ……. 32

14. Altura máxima (cm) para plantas fijas – A. flaccida ……. 33

15. Datos observados vs. Datos predecidos de altura (cm) A. satureioides ……. 34

16. Altura promedio plantas fijas durante el período de crecimiento A. satureioides – Programa: Curve Expert 1.3 …….. 35

17. Correlación entre medidas de plantas fijas vs. Plantas al azar …….. 36

18. Alturas promedio (cm) del total de las plantas para A. satureioides 36

19. Alturas promedio (cm) de A. flaccida vs. A. satureioides 37

20. No. ramas promedio de A. flaccida 39

21. Correlación del no. de ramas, del modelo de plantas fijas vs. plantas al azar A. flaccida …….. 40

22. No. ramas promedio del total de las plantas para A. flaccida …….. 41

23. No. ramificaciones promedio de A. flaccida …….. 41

24. Correlación del no. de ramificaciones, del modelo de plantas fijas vs. plantas al azar A. flaccida …….. 42

25. No. ramificaciones promedio del total de las plantas para A. flaccida …… 43

26. Datos observados vs. Datos predecidos del no. ramas + ramificaciones promedio para A. flaccida …… 44

27. No. ramas promedio de A. satureioides 44

28. Correlación del no. de ramas, del modelo de plantas fijas vs. plantas al azar para A. satureioides …….. 45

29. No. ramas promedio del total de las plantas para A. satureioides …… 46

30. No. ramificaciones promedio de A. satureioides …… 47

31. Correlación del no. de ramificaciones, del modelo de plantas fijas vs. plantas al azar A. satureioides …… 47

32. No. ramificaciones promedio del total de las plantas para A. satureioides ……. 48

33. Datos observados vs. Datos predecidos del no. ramas + ramificaciones promedio para A. satureioides ……. 49

34. Ramas + ramificaciones de A. flaccida y A. satureioides ……. 50

35. Ramas + ramificaciones de A. flaccida ……. 51

36. Ramas + ramificaciones de A. satureioides ……... 51

37. Grs promedio de Materia Verde según corte ……. 53

38. Valores mínimos, máximos y promedio de Materia Verde según corte 54

39. Grs promedio de Materia Seca según corte ……... 56

40. Valores mínimos, máximos y promedio de Materia Seca según corte ……. 56

41. Grs promedio de la proporción de Tallos según corte …….. 58

42. Valores mínimos, máximos y promedio de Tallos según corte ……. 58

43. Grs promedio de la proporción de Flores según corte …….. 60

44. Valores mínimos, máximos y promedio de Flores según corte ……. 61

45. Grs promedio de Materia Verde con 2º corte ……. 63

46. Grs promedio de Materia Seca con 2º corte …… 63

47. Grs promedio de Tallos con 2º corte …….. 64

48. Grs promedio de Flores con 2º corte …….. 64

Tabla No.

1. Tratamientos según momento y altura de corte ……..... 19

2. Resultados altura (cm) plantas fijas – A. flaccida …….. 30

3. Resultados de la prueba de Tukey para la comparación A. flaccida vs. A. satureioides …… 38

4. Resultados de la prueba de Tukey para la comparación A. flaccida vs. A. satureioides …… 38

5. Resultados de la prueba de Tukey de A. flaccida y A. satureioides del total de plantas …….. 50

6. Resultados de la prueba de Tukey de A. flaccida y A. satureioides del total de plantas …….. 51

7. MV, MS y proporción de flores y tallos según corte …….. 52

8. Análisis de Varianza …….. 54

9. Análisis de Varianza …….. 55

10. Media MV por altura corte ……. 55

11. Media MV por momento corte ……. 55

12. Efecto: Momento del corte ……. 55

13. Análisis de Varianza ……. 57

14. Análisis de Varianza ……. 57

15. Media MS por altura corte ……. 57

16. Media MS por momento de corte …….. 57

17. Efecto: Momento del corte …….. 58

18. Análisis de Varianza ……. 59

19. Análisis de Varianza ……. 59

20. Media Tallos por altura corte ……. 59

21. Media Tallos por momento de corte ……. 59

22. Efecto: Momento del corte ……. 60

23. Análisis de Varianza ……. 61

24. Análisis de Varianza ……. 61

25. Media Flores por altura de corte ……. 61

26. Media Flores por momento del corte ……. 62

27. Efecto: Momento del corte ……. 62

28. MV, MS y proporción de flores y tallos con segundo corte de parcelas de prefloración ……... 62

29. Los compuestos de los aceites esenciales presentes en mayor cantidad – Achyrocline flaccida ……. 66

30. Análisis de Varianza de compuestos aceites esenciales ….. 66

1. INTRODUCCION

El presente trabajo fue realizado para ampliar la información disponible a nivel agronómico sobre la evaluación del crecimiento de las plantas, así como su posterior rendimiento en Materia Verde y Materia Seca según momento y altura de corte de las especies *Achyrocline satureioides* y *Achyrocline flaccida* (FAMILIA: Asteraceae y TRIBU: Inuleae).

Se consideró interesante continuar las investigaciones en estas dos especies de "Marcela", sobre las cuales se han realizado experiencias de cultivo; ya que son las dos especies que se encuentran con mayor frecuencia en el mercado y a su vez se presentan con mayor frecuencia en forma espontánea en el territorio nacional.

Las especies evaluadas fueron las siguientes:

1. *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC
Nombre común: marcela, marcela blanca, marcela de la piedra, marcela de la costa.
Sinónimos: Achyrocline satureioides: Gnaphalium satureioides Lam.

2. *Achyrocline flaccida* (Weinm.) DC
Nombre común: marcela, marcela amarilla, marcela hembra.
Sinónimos: Achyrocline flaccida: Gnaphalium flaccidum Weinm.

Los objetivos específicos de este trabajo son:

- Definir el tamaño de las plántulas al momento de su transplante.
- La obtención de las curvas de crecimiento de ambas especies desde transplante a cosecha.
- La obtención de los resultados en Materia Verde, Materia Seca; y Flores y Tallos según momentos y alturas de cosecha.
- Determinación de los compuestos químicos de los aceites esenciales.
- Obtener la Validación Estadística de sus resultados dentro y entre especies de sus: Curvas de crecimiento; Resultados MV, MS y Flores y Tallos; y de los Compuestos químicos de los aceites esenciales.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 ANTECEDENTES

Los siguientes antecedentes hacen interesante el estudio de Achyrocline satureioides y Achyrocline flaccida:

A) Las investigaciones hechas recientemente por el Departamento de Neuroquímica del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, permitieron demostrar que la quercetina, presente en Achyrocline satureioides y Achyrocline flaccida, administrada a la media hora de haberse producido infarto cerebral, disminuyeron un 56% las lesiones causadas (Davies, 2004).

B) Han sido demostradas sus propiedades antioxidantes, aplicándose en la prevención del envejecimiento natural de la piel y el cuidado de los efectos dañinos de la radiación ultravioleta, por lo cual fue creada para el mercado una crema de uso cosmético (Davies, 2004).

C) Los flavonoides presentes en extractos acuosos de Achyrocline satureioides protegen la oxidación de las lipoproteínas humanas de baja densidad, cuyo rol en la arteriosclerosis es importante (Davies, 2004).

D) Los extractos hidroalcohólicos de Achyrocline flaccida dieron resultados positivos contra los hongos de algunas especies de Aspergillus, Cándida y Mucor, teniendo una muy buena actividad antimicrobiana (Davies, 2004).

E) Los distintos extractos: acuosos, alcohólico e hidroalcohólico justifican su empleo de ambas especies, como antiespasmódico, antiinflamatorio, analgésico, sedante, hepatoprotector y digestivo (Broussalis et al. 1989, Davies 2004).

La Marcela está dentro de las plantas medicinales estudiadas, por lo descrito anteriormente en los Antecedentes. Plantas medicinales son aquellas que elaboran unos productos llamados principios activos, que son sustancias que ejercen una actividad farmacológica, beneficiosa o perjudicial sobre el organismo vivo. Su principal utilidad es servir como droga o medicamento que alivie una enfermedad o que restablezca la salud perdida. Constituyen aproximadamente una séptima parte de las especies existentes (Muñoz Lopez de Bustamante, 1993).

Los principios activos de las plantas medicinales ofrecen un arsenal terapéutico, que los químicos no podrían sintetizar en mucho tiempo de trabajo, y generalmente los principios químicos contenidos en las plantas son mejor tolerados por el organismo que sus correspondientes, obtenidos por síntesis o aislados (Del Río Hijas, 1990).

La “Marcela” también forma parte del grupo de plantas aromáticas, que son aquellas plantas medicinales cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente, por esencias. Las plantas aromáticas son un 0,66 % del total de las plantas medicinales (Muñoz Lopez de Bustamante, 1993).

2.2 DESCRIPCION BOTANICA

Achyrocline satureioides (Lam.) DC

Sinónimos: Achyrocline satureioides: Gnaphalium satureioides Lam.

Subarbusto de 30-80 cm de altura, muy ramoso, más o menos erecto, de tallos delgados, cubierto de pelos cortos o lanosos que le dan una coloración blanquecina.

Hojas alternas, sésiles o angostadas en corto pecíolo, densamente tomentosas en el envés, lineales a lineal lanceoladas, aún lanceoladas; íntegras y agudas, lámina de 1-12 X 0,1-1,8 cm

Capítulos cilíndricos, numerosos, con dos tipos de flores, dispuestos en densos corimbos o cimas capituliformes de color gris amarillento o amarillo dorado. Tres o cuatro flores femeninas marginales de corola filiforme y una o dos flores perfectas centrales estrechamente tubulosas, su tamaño es de 3-4,5 mm

Su fruto es un aquenio pequeño de 0,7-0,8 mm, poco comprimido, glabro, pardo. Pappus blanco uniseriado formado por pelos ásperos, caedizos. Especie variable en estatura y tamaño de las hojas de acuerdo a la altitud y al mayor o menor grado de exposición (Cabrera 1978, Davies 2004, Giangualani s.f.).

HABITAT: Es poco apetecida por el ganado, siendo frecuente en pajonales y roquedales, así como en suelos arenales de la costa marina (Davies, 2004).

Achyrocline flaccida (Weinm.) DC

Sinónimos: Achyrocline flaccida: Gnaphalium flaccidum Weinm.

Plantas de aspecto herbáceo, de hasta 1.5 m de altura, en general poco ramificadas en la parte inferior, pero con ramas perpendiculares o ascendentes a lo largo del eje principal, pilosas.

Hojas de 1,5-11 X 0,15-1,5 cm, lanceoladas, a veces con un corto seudopecíolo. Cara superior con pilosidad lanosa medianamente densa y pilosidad densa en la cara inferior.

Las inflorescencias se denominan capítulos, los que se reúnen en glomérulos densos. Capítulos con 4-6 flores, 1-2 hermafroditas y 4-5 femeninas.

Las flores hermafroditas con corola de 3,5-4 mm, anteras con aprox. 1,5 mm Flores femeninas con corola de 3,5-4 mm long., ovario de aprox. 0,5 mm, estilo de 3-4 mm, ramas estigmáticas de aprox. 0,6 mm.

Aquenio de 0,7-0,8 mm, con papilas muy pequeñas. Pappus de largo de la corola o mayor (Davies, 2004).

HABITAT: Se encuentra con frecuencia en lugares no intervenidos y sin pastoreo como costado de caminos, vías férreas y chircales (Davies, 2004).

2.3 ORIGEN

Especies nativas de la región sudeste subtropical y templada de América del Sur. Se distribuyen en: Sur de Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay (Davies, 2004).

Se citan alrededor de 25 especies de Achyrocline, tropicales y subtropicales. En Uruguay existen tres especies que se encuentran con mayor frecuencia en las herboristerías de nuestro país: Achyrocline satureioides, Achyrocline flaccida y Achyrocline alata. Son también las que se citan con mayor frecuencia en la bibliografía fotoquímica; y exceptuando A. alata, son las que se presentan con mayor frecuencia en forma espontánea en el Uruguay (Davies, 2004).

2.4 PARTE UTILIZADA PARA INFUSION Y MEDICAMENTOS

Generalmente se indica la inflorescencia, aunque a nivel comercial la mayor parte del material que se ofrece comprende también hojas y tallos. Se cita la utilización de infusiones de hojas y tallos además de las inflorescencias (Gupta 1987, Dellacassa et al. 1993, Melillo de Magalhaes 2000, Davies 2004).

2.5 ANUALISMO-PERENNIDAD

Ambas especies se comportan como bianuales, pero han ocurrido años en los que la productividad del segundo ciclo es muy pobre, lo que no justifica para esos años, el mantenimiento del cultivo hacia el segundo año.

Lamentablemente esto no es posible de prever hasta tanto comience la actividad vegetativa en la primavera siguiente. En A. flaccida se ha observado un comportamiento errático en el sentido de que en algunos años el cultivo se comporta como bianual, pero en determinados años se ha secado después de la primera floración (Melillo de Magalhaes 2000, Davies 2004).

2.6 USO POPULAR

Ambas especies se utilizan indistintamente como:

- → Estomacal, digestiva, antiespasmódica, carminativa (antiflatulenta), colagoga (favorece la secreción de bilis), eupéptica (estimula secreciones gástricas), emenagogo (provoca sangrado), antidiarreico, antiinfecciosa a nivel intestinal (Davies, 2004).
- → Tónico-excitantes (Giangualani, s.f.).
- → Antihelmínticas (Gupta 1987, Giangualani s.f.).
- → Para controlar los niveles de colesterol, así como sedante (Davies, 2004).
- → Externamente como antiinflamatoria y antiséptica - usando la infusión (Melillo de Magalhaes 2000, Davies 2004).
- → Para combatir resfríos y gripe, preparado en forma de jarabe (Gupta 1987, Davies 2004).

Achyrocline satureioides

Se nombran a continuación las propiedades citadas sólo en esta especie:

- → Contra la disentería (Davies, 2004).
- → En caso de inflamación del apéndice cecal, como hepática y antiinflamatoria (Broussalis et al. 1989, Davies 2004).
- → Últimamente se ha popularizado su uso para el control de enfermedades cardiovasculares ya que se cita como reductora del colesterol (Dellacassa et al. 1993, Melillo de Magalhaes 2000, Davies 2004).
- → Para el tratamiento al parto (Melillo de Magalhaes, 2000).
- → Contra la gastritis (Melillo de Magalhaes, 2000).

→ Externamente también registrado en cuadros de asma bronquítica, en lavajes ginecológicos y se aconseja para diabéticos, actuando en el control de la glicogénesis (Gupta 1987, Davies 2004).
→ En Paraguay se usa contra las infecciones (Gupta, 1987).
→ En Colombia contra los tumores (Gupta, 1987).
→ En Venezuela se usa la planta entera contra la impotencia y otras funciones ya nombradas (Gupta, 1987).
→ En la Argentina, además de su uso como terapéutica, la marcela es utilizada como ingrediente de un aperitivo de sabores muy amargos (Davies, 2004).

Achyrocline flaccida

→ Se le atribuyen propiedades febrífugas y estimulantes (Broussalis et al., 1989).

2.7 DATOS FARMACOLOGICOS

Achyrocline satureioides

En estudios farmacológicos realizados con ratones y cobayos, utilizando extractos de flores, se ha reportado la presencia de las siguientes actividades:

Tanto extractos acuosos en frío y en caliente como extracto etanólico en frío presentaron actividad **antiinflamatoria**, del tipo de inhibición de edema en patas de ratones producido por la carragenina. Los flavonoides quercetina, 3 metoxi quercetina y luteolina también presentaron actividad antiinflamatoria del mismo tipo, los que serían, al menos en parte, responsables de esta actividad (Gupta 1987, Davies 2004).
De Souza et al. (2005); demostraron que con los flavonoides suministrados oralmente, obtenían actividad antiinflamatoria, y esto se debía a la presencia de otros compuestos que actuaban en forma sinérgica con los mismos.

Los mismos extractos presentaron también acción **analgésica**, del tipo de la inhibición de los estiramientos abdominales producidos por inyección de una solución de ácido acético en cobayos (Davies, 2004).

Extractos acuosos de hojas y tallos presentaron actividades colinolíticas y miorelajantes, observaciones realizadas en yeyuno de ratones, ducto deferente

de ratón y útero de rata. Justifica ello su empleo popular como **antiespasmódico** (Davies, 2004).

También las propiedades antiespasmódicas de sus inflorescencias tuvieron comprobación científica en otros trabajos (Gupta, 1987).

La actividad **espasmolítica** sugerida por el uso popular y detectado además por otros investigadores en extractos alcohólico e hidroalcohólico sería atribuida a la presencia de los flavonoides quercetina y 3 metoxi quercetina, que probados separadamente también presentaron tal actividad. De aquí se explica el uso empírico en disturbios del tracto gastrointestinal (Davies, 2004).

Otros investigadores también indican que la infusión de inflorescencias de Marcela puede efectivamente contribuir al alivio de los **síntomas gastrointestinales** y que el efecto puede estar relacionado a la presencia de los flavonoides quercetina y metoxiquercetina (Davies, 2004).

Extracto acuoso en frío y en caliente de flores de Marcela presentó **acción sedativa central,** del tipo de potenciación de sueño barbitúrico inducido por el pentobarbital sódico en cobayos. Este efecto junto con el anterior explicaría su uso en el alivio de dolores espasmódicos (Davies, 2004).

El **control de úlceras gástricas** que se indica en la bibliografía podría ser debido en parte a la acción de la quercetina y luteolina (Davies, 2004).

La actividad **colagogo-colerética** es atribuida a los derivados químicos cafeólicos (Gupta, 1987).

En cuanto a la actividad **antioxidante**, Se demostró que extractos acuosos de A. satureioides inhiben tres caminos oxidativos diferentes de lipoproteínas humanas de baja densidad en estudios in vitro. La oxidación de lipoproteínas de baja densidad juega un papel importante en la arteriosclerosis, y varios estudios han demostrado que algunos flavonoides pueden proteger a las lipoproteínas de baja densidad de ser oxidadas (Davies, 2004).

Sin embargo, fue observado un efecto citotóxico, con altas concentraciones de flavonoides. Estos resultados sugieren que los extractos que contienen mayores concentraciones de flavonoides y que in vitro muestran una mayor protección antioxidante, no siempre pueden resultar beneficiosos (Davies, 2004).

Recientemente fue aislada una sustancia de actividad antiviral (el ácido 1-MO-3,5-dicafeiolquínico) altamente prometedora para el tratamiento del Sida. Esta sustancia inhibe la enzima que participa de la multiplicación del virus, sin

acarrear efecto citotóxico a las células hospederas. Sin embargo, otros autores citados en la misma bibliografía, corroboraron que el extracto presenta cierta genotoxicidad por lo que no debe ser usado indiscriminadamente (Gupta, 1987).

Experiencias realizadas en ratones con extractos acuosos de A. satureioides avalan el uso popular como **hepatoprotector** y **digestivo** (Davies, 2004).

También se ha demostrado **actividad molusquicida** (Biomphalaria glabrata) de extractos acuosos de Achyrocline satureioides. B. glabrata es hospedero intermediario de Schistosoma mansonii, causante de la esquistosomiasis (Gupta 1987, Davies 2004).

Un estudio sobre parámetros cardiovasculares de ratas anestesiadas, con extracto acuoso, mostró cambios de presión arterial con la frecuencia cardiaca, según la concentración utilizada. Siendo un antecedente para seguir investigando sobre este tema (Vecchio et al.,s.f.).

Otros estudios indican que extractos etanólicos de partes aéreas de Achyrocline satureioides mostraron un efecto **relajante** significativo a nivel del músculo del cuerpo cavernoso, en estudios con cobayos (Davies, 2004). Extractos acuosos en frío y en caliente y extracto etanólico en frío de flores de Marcela no provocaron cambios en el comportamiento ni muerte de animales hasta 48 horas después de su administración vía endovenosa (Davies, 2004).

Achyrocline flaccida

Se probaron extractos hidroalcohólicos de A. flaccida contra diferentes microorganismos. Los resultados dieron positivos entre los **hongos** de algunas especies de Aspergillus, Candida y Mucor (Davies, 2004).

El seguimiento de la actividad antimicrobiana permitió el aislamiento de compuestos que demostraron tener una muy buena actividad **antimicrobiana** y ser responsables de la actividad observada en los extractos (Davies, 2004).

Se realizó un screening antiviral en **herpes simplex**, presentando los extractos de A. flaccida resultados promisorios (Davies, 2004).

2.8 DATOS QUIMICOS

Achyrocline satureioides

En cuanto a la composición química del vegetal, fueron encontrados los siguientes compuestos:

- ⇨ Flavonoides: Isognafalina (3,7 dimetoxi 5,8, dihidroxiflavona), Quercetina, 3 metoxiquercetina, Galangina y 3 metoxi galangina.
- ⇨ Esteres de la calerianina (uno con ácido cafeico y otro con ácido protocatéquico).
- ⇨ Noryangonina (6 (4' hidroxi trans esteril) 4 metoxi 2 pirona), sustancia del tipo de la kawapirona. También se aisló una kawapirona de las partes aéreas con una concentración del 0.02% (6 4' hidroxi trans stiril) 4 metoxi 2 pirona).
- ⇨ En las flores se detectó la presencia de cuatro agliconas flavonoídicas, quercetina, 3 metoxi quercetina, luteolina y 7,4' dihidroxi 5 metoxiflavanona; dos heterósidos flavónicos; un ácido fenólico de tipo cinámico, el ácido cafeico y otra aglicona flavonoídica polihidroxilada no identificada.
- ⇨ El aceite esencial presenta: a y ß pineno, limoneno, P cimeno, dihidrocarvona, citronelol y cariofileno. También en inflorescencias obtenidas en Brasil, se identificaron 32 compuestos, los que representaron el 86-98% del total, siendo a pineno el componente más abundante (41-78%). Otras sustancias presentes fueron (Z) y (E) beta ocimenos, 1,8 cineol, beta cariofileno (Davies, 2004).

Achyrocline flaccida

- ⇨ Han sido aisladas e identificadas una flavanona 7,4' dihidroxi 5 metoxiflavanona y su chalcona correspondiente.
- ⇨ Fueron aislados 7,4' dihidroxi 5 metoxiflavanona y 4,2 4' trihidroxi 6' metoxichalcona a partir de esta especie, compuestos que demostraron tener una muy buena actividad antimicrobiana y ser responsables de la actividad observada en los extractos.
- ⇨ También fue aislado 3',4',5,7 tetrahidroxi 3 metoxiflavona y quercetina 3 metil eter.
- ⇨ Se identificaron tres nuevos flavonoides que se encuentran presentes en las partes aéreas: 5 hidroxi 7 (3 metil 2,3 epoxibutoxi) flavanona; 5 hidroxi 3,8 dimetoxi 7 (3 metil 2,3 epoxibutoxy) flavona y 4' hidroxi 5 metoxi 7 (3 metil 2,3 epoxibutoxi) flavona.
- ⇨ Otros compuestos correspondieron a: Tamarixetina, gnaphaliin, isognaphaliina, 5,7,8 trihidroxi 3 metoxiflavona, crisoeriol, galangina, 3

metil ether, naringenina 5 metil eter, ácido cafeico, ácido clorogénico esoclorogénico (Davies, 2004).

Resulta de interés destacar que A. flaccida tiene mayor riqueza en compuestos: se detectaron 19 substancias en ella, mientras que en A. satureioides se comprobaron 15 (y 13 en otras Achyrocline) (Broussalis et al., 1989).

Las mayores diferencias encontradas entre las especies son:

- A. satureioides: las cafeoilcalerianinas la caracteriza. Aparentemente estos compuestos que son muy poco comunes, estarían sólo restringidos a ella.
- A. flaccida: se caracteriza por la presencia de epoxibutoxiderivados. Estos corresponden a una flacona, un flavonol y una flavanona. Hasta el momento no pudo ser detectada su presencia en las otras especies analizadas de Achyrocline.
- A. flaccida y A. satureioides muestran una gran similitud en el contenido de flavonoles, tienen 8 comunes para ambas especies.

2.9 INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE LA MARCELA

Estudio para disminuir lesiones en infartos cerebrales

Los estudios realizados en el Departamento de Neuroquímica del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, a cargo del Dr. Federico Dajas, merecen ser resaltados dentro de las propiedades recientemente descubiertas de la marcela (Davies, 2004).

Estas investigaciones demostraron que la quercetina, así como extractos de la planta de la marcela, administradas a ratas de laboratorio por vía inyectable, a la media hora de producido un infarto cerebral, disminuyen un 56% las lesiones causadas por este accidente vascular (Davies, 2004).

Propiedades antioxidantes

Los extractos de la marcela demostraron sus propiedades antioxidantes, utilizándose para la prevención del envejecimiento natural de la piel, así como para el cuidado frente a los efectos dañinos de la radiación ultravioleta (Davies, 2004).

Los flavonoides son capaces de prevenir el daño oxidativo por diversos mecanismos, entre ellos el de atrapar radicales libres. Existen flavonoides como glucósidos (la forma más común en que se presentan) y flavonoides en su forma aglicona. Estos últimos se presentan en una cantidad importante en Asteraceae, donde se eligieron especies del género Achyrocline (Davies, 2004).

Fue realizado un estudio donde se comprobó que la capacidad antioxidante se encuentra directamente relacionada con la cantidad de flavonoides en forma aglicona (quercetina libre). En este estudio realizaron comparaciones entre tiempos de cosecha (prefloración, plena floración y post floración) y especies (A. satureioides y A. flaccida). Se demostró que los que tuvieron mayor capacidad antioxidante fueron: el tiempo de prefloración y la especie A. flaccida.

Esto nos muestra que es importante seguir investigando en este sentido, ya que el saber popular le atribuye a las distintas especies de Achyrocline las mismas propiedades, viendo que tenemos diferencias entre momento de cosecha y especies (Davies, 2004).

Otros autores Polydoro et al. (2003), compararon el efecto in vitro y en vivo de los flavonoides, encontrando que los mismos pueden ser metabolizados, pero no hay mucha información disponible sobre la actividad potencial de estos metabolitos. Son necesarios más estudios sobre la viabilidad “in vivo” de los flavonoides.

2.10 ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales son mezclas muy complejas, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, en las cuales se encuentran presentes diferentes clases de sustancias y un número elevado de componentes individuales. Los componentes más importantes presentes en los aceites esenciales pertenecen fundamentalmente a 2 tipos estructurales: terpenos y fenilpropanos (Davies, 2004).

Por ejemplo, las regulaciones legales de la Unión Europea requieren una diferenciación entre sustancias saborizantes naturales e idénticas a naturales. Mientras que los componentes naturales son de origen natural, los idénticos a los naturales son químicamente idénticos a sus modelos naturales, pero obtenidos por síntesis química o aislados por procesos químicos, lo que les confiere otro estatus legal (Davies, 2004).

Los efectos colaterales que comparten todos los aceites esenciales son los siguientes (Schilcher et al., 1984).

En aplicación externa:

- ⇨ Antiinflamatorio
- ⇨ Antiséptico / Desinfectante
- ⇨ Desodorante
- ⇨ Insecticida / Repelente insecticida
- ⇨ Estimulante

Por aplicación interna:

- ⇨ Expectorante
- ⇨ Estimulante del apetito
- ⇨ Colerético, Carminativo
- ⇨ Antiséptico / Desinfectante
- ⇨ Sedante
- ⇨ Estimulante de la circulación

2.11 RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO - SUELO

Prospera en diferentes tipos de suelo desde arenosos a suelos pesados, siendo una condición restrictiva que el suelo en el cual se establezca el cultivo tenga excelente drenaje (Davies, 2004).

Utilizar suelos sin historia hortícola, por problemas comunes en cultivos hortícolas como botritis y sclerotinia que se presentan en el cultivo de marcela, causando daños importantes si no son controlados (Davies, 2004).

2.12 MULTIPLICACION DEL ALMACIGO

Propagación por semilla: Se recomienda este método frente a la propagación por estacas. Se ha podido verificar a través de diversas experiencias que la propagación por semillas es un método práctico para obtener una buena población de plantines para instalar un cultivo (Davies, 2004).

Hay que tener en cuenta que va a presentar poca uniformidad la población, ya que es una especie alógama, por lo que se encuentra gran variabilidad genética expresada en: productividad de biomasa, morfología y arquitectura de las hojas y coronas, época de floración y contenidos de principios activos y el porcentaje de pegue de las estacas (Melillo de Magalhaes, 2000).

La propagación vegetativa es también viable, pero ha resultado más práctica la propagación sexual (Davies, 2004).

Si se realiza la propagación vegetativa se recomienda que las nuevas plantas sean obtenidas de segmentos apicales de las ramas, y retiradas de la planta en pleno desarrollo vegetativo, para evitar su florecimiento precoz (Melillo de Magalhaes, 2000).

2.13 EPOCA DEL AÑO

La siembra se realiza en el otoño (abril - mayo), inmediatamente a la colecta de las semillas y no más allá de la segunda quincena de junio.

La siembra de otoño es más adecuada que la siembra de primavera. Si bien una siembra de otoño presentará como desventajas el mantener durante varios meses y en período invernal un almácigo de una especie de muy lento crecimiento inicial, sin capacidad de competencia frente a malezas y que requiere extremos cuidados en cuanto a las condiciones hídricas y control de temperatura, esta época ha resultado más conveniente que una siembra de primavera.

En una siembra de otoño las plántulas se encuentran ya instaladas al momento de inicio de los primeros estímulos primaverales, logrando de esta manera alcanzar plantas con tamaño razonable para ser transplantadas, temprano en el período, de forma de escapar a los fuertes soles y calores estivales si el transplante fuera más tardío.

Una siembra de primavera es viable, con la ventaja de mantener un almácigo durante un período menor de tiempo, pero con la desventaja de llegar al momento del transplante con plantines de menor tamaño y que desarrollarán en plantas de menor productividad en el primer ciclo del cultivo, incluso pudiendo verse afectada la floración (Davies, 2004).

Siembras de primavera han fallado en la producción de flores de otoño, lo cual indica tanto que la fecha de plantación fue tardía, o que es conveniente sembrar en otoño, para que la planta pueda recibir adecuadamente el fotoperíodo y temperaturas, que permitan el desarrollo vegetativo, y consecuentemente abundante floración (Davies, 1994).

2.14 SIEMBRA

Es posible observar elevados porcentajes de germinación en laboratorio. Para A. satureioides los porcentajes observados han sido entre 50 y 82 %, ocurriendo un pico de germinación a los 14 días (Davies, 2004).

Se observaron porcentajes de germinación para A. satureioides de 7 al 87% y para A. flaccida de 35 a 72% según su origen y su método de conservación. Con el método que se obtuvo mejor resultado fue el secado a temperatura ambiente a partir del día de cosecha, y conservada en silica-gel a 4º C (Davies, 1994).

La siembra puede ser realizada tanto en almacigueras u otro tipo de recipiente, en invernáculo, macrotúnel o microtúnel. Se recomienda instalar los almácigos a campo, en canteros protegidos con un microtúnel de nylon, con una altura no menor a 80 cm, de forma de mejorar el control de humedad.

Prepararlos con meses de anticipación y controlar malezas con solarización; ya que si se necesita desmalezar luego, puede ocurrir una pérdida importante de plantas de marcela simplemente por daño mecánico (Davies, 2004).

Se recomienda una distancia de 12 cm entre filas, cubriendo con una fina capa de arena o mantillo. Es difícil ajustar la cantidad de semilla que cae, por el pequeño tamaño de la misma, así como su semejanza de color con el suelo.

Esto resultará en elevadas densidades de siembra, lo que implica la realización de raleos posteriores. La cantidad de semilla sembrada por metro cuadrado de almácigo se fue reduciendo desde 1 gramo/ m^2 hasta 0.5 g/ m^2, esta continúa siendo elevada, pero se hace difícil reducirla aún más por ser tan pequeña (Davies, 2004).

Se necesita sembrar una superficie de 90 m^2 de almácigo para cultivar 1 ha (Davies, 2004).

El crecimiento de las plántulas es extremadamente lento, por lo que debe mantenerse un adecuado nivel de humedad. Controlar a diario el almácigo por la aparición de problemas sanitarios (hongos) así como por la instalación de hormigueros que pueden causar daños importantes por enterrado de plantas (Davies, 2004).

A partir de la primavera, para evitar calores excesivos, remangar los túneles durante el día. Próximo a la fecha del transplante (dos semanas antes) se deberán endurecer las plantas, modificando las condiciones en que venían creciendo, reduciendo los riegos y bajando gradualmente la temperatura y humedad relativa ambiente, para que puedan soportar el cambio en las condiciones ambientales cuando son llevadas del microtúnel al sitio definitivo en el campo (Davies, 2004).

2.15 TRANSPLANTE

La preparación del suelo puede resumirse en un laboreo primario el cual consta de una arada y una disqueada efectuados con antelación y una

disqueada y rastreada un mes o dos previo al transplante. El encanterado se hace con el encanterador y se arman 55 canteros por hectárea (Davies, 2004).

Preparar el terreno con suficiente anticipación de forma de efectuar un adecuado control de malezas, armando camellones a 60 cm de distancia, según maquinaria disponible (Davies, 2004).

Se recomienda realizar el trasplante en la segunda quincena de setiembre y no más allá de la segunda quincena de noviembre. Con un tamaño de planta de 15 cm de altura y no más de tres ramificaciones. Cuanto mayor es el tamaño de planta, menor es la capacidad de sobrevivencia. Dejar en lo posible tierra o barro envolviendo a las raíces. Plantar y regar de inmediato (Davies, 2004).

Espaciamiento: de 30 a 45 cm entre plantas en la fila con distancias de 60 a 100 cm entre filas (si es 35 x 70 cm la densidad es de: 40.800 plantas/ha). Canteros de 80 cm de ancho sobre los que se disponen dos filas de plantas en tresbolillo a una distancia de 35 cm (densidad: 53.190 plantas/ha) (Davies, 2004).

Davies (2004), recomienda el transplante en el mes de noviembre y el marco de plantación de 0.4 x 0.4 m, plantando 2 filas por cantero, totalizando 27.500 plantas por hectárea.

Pudo observarse una competencia intraespecífica cuando se siembra a tresbolillo, que no se presenta en el caso del cultivo en líneas (Davies, 2004).

Es necesario realizar carpidas periódicas de forma de mantener el suelo libre de malezas, principalmente en la fase de implantación del cultivo. Una vez que se empieza a cerrar la entre fila es difícil efectuar un control mecánico y se corre el riesgo de dañar plantas, las que poseen tallos frágiles (Davies, 2004).

2.16 NECESIDADES DEL CULTIVO

Es imprescindible realizar riegos durante los meses en que se mantienen las plantas en el vivero. Una vez realizado el transplante es necesario regar hasta que se observe que las plantas se han establecido.

Una vez implantada, los requerimientos hídricos serán diferentes ya sea se cultive A. flaccida o A. satureioides. La primera especie requerirá riegos en caso de lluvias muy distanciadas y se manifestará a través de un marchitamiento de las porciones apicales de las ramas. La segunda mencionada es más rústica y soporta mejor la falta de agua (Davies, 2004).

El riego se realiza por aspersión, recomendando una lámina de 30 mm al momento del transplante y otro en diciembre - enero (Davies, 2004).

Fertilización: Se ha observado que la especie es capaz de responder significativamente al agregado de fertilizantes nitrogenados. En experiencias realizadas en macetas, con plantas aisladas, se hicieron aplicaciones de triple 15 en la fase final del ciclo del cultivo, es decir, a partir de la primer semana de febrero, con repeticiones en la última semana de febrero y segunda de marzo, en las dosis que se indican a continuación (Davies, 2004).

Para A. satureioides, el nivel de producción en flor seca por planta se incrementa en un 45 % con el agregado del equivalente a 30 unidades de N/ha y en un 122 % con el agregado del equivalente a 60 unidades de N/ha.

Para A. flaccida, el nivel de producción en flor seca por planta se incrementa en un 100 % con el agregado del equivalente a 30 unidades de N/ha y en un 69 % con el agregado del equivalente 60 unidades de N/ha.

Se debe repetir esta experiencia en parcelas de cultivo instaladas a densidades de plantación habituales. Deben realizarse nuevas experiencias de fertilización para determinar el efecto del agregado de nutrientes en la productividad del cultivo, pero con la incorporación de los fertilizantes en forma más temprana en el ciclo del cultivo (Davies, 2004).

2.17 PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS

Durante el período vegetativo pueden ser problema Botritis y Sclerotinia, y en la fase reproductiva se ha observado en A. satureioides y en otoños muy húmedos un ennegrecimiento de las inflorescencias ocasionadas por hongos.

En A. flaccida se ha observado el ataque de una roya que afecta la masa foliar en forma importante, comprometiendo la productividad y la persistencia del cultivo.

En la fase de almácigo, la precaución a tomar para evitar ataque de Botritis es un manejo adecuado de las condiciones hídricas en el microtúnel. Se debe evitar que las condiciones de humedad sean demasiado elevadas, de forma que el follaje se mantenga seco, lo cual disminuirá la propagación del patógeno. Otra medida preventiva es aumentar el espaciamiento entre las líneas de siembra de forma de reducir el número de plantas por unidad de superficie, con lo cual además de lograr un mejor control de la humedad se favorece el manejo en el control de malezas. Se debe realizar un monitoreo diario de las condiciones sanitarias de forma de tomar la decisión de aplicación de funguicidas en forma inmediata. En forma adicional, se deben eliminar los focos de infección.

Para el caso de Sclerotinia, no se debe realizar un cultivo de marcela en parcelas que cuenten con una historia hortícola. De todas formas, en caso de aparición del problema se pueden aplicar funguicidas (Davies, 2004).

Davies (2004), recomienda para el control de malezas; carpidas manuales entre plantas y aplicación de herbicidas ya sea con mochila o con pulverizadora entre filas según las distintas épocas del cultivo.

2.18 MOMENTO Y FORMA DE COSECHA

La cosecha se realiza a fines de marzo o en la primera quincena de abril. Se efectuará un corte manual o mecánico. El primer sistema permite obtener un material de calidad superior (Davies, 2004).

Davies (2004), recomienda una cosecha anual de forma mecánica en marzo - abril con segadora. Posteriormente la recolección, acarreo y acondicionamiento de la producción en forma manual

En cultivos que fueron cosechados en forma tardía, se recomienda, debido a la contaminación de las inflorescencias por hongos, no atrasar de ninguna manera la fecha de cosecha. Este problema se presentará en forma más acentuada en otoños muy húmedos y calurosos.

Tampoco es recomendable retrasar la cosecha ya que los capítulos tenderán a abrirse, con lo cual se liberan los frutos que se dispersan gracias a la presencia de una corona de pelos o pappus. Estos pelos causan molestias al volar, y desmerecen la calidad del producto a ser comercializado (Davies, 2004).

2.19 SECADO Y PROCESAMIENTO

El material para herboristería debe secarse, pudiendo acondicionarse en manojos obteniendo una buena presentación para la venta.

También se puede secar a granel, apilándose en forma poco compacta sobre una superficie lisa y porosa, siendo necesario remover el material (Davies, 2004).

Puede procederse a la separación de las inflorescencias del tallo, aunque en general las herboristerías compran atados con poca proporción de tallo (Davies, 2004).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EXPERIMENTO

El experimento fue realizado en el campo de la Estación Experimental INIA Las Brujas, ubicada en el km 10 de la ruta 48 en Rincón del Colorado, departamento de Canelones, Uruguay, latitud 34º 44' Sur y longitud 56º 13' Oeste.

Las especies utilizadas fueron:
Achyrocline satureioides ("Marcela blanca") (Lam.) DC y
Achyrocline flaccida ("Marcela amarilla") (Weinm.) DC
ASTERACEAE: *Gnaphalieae*.

El estudio se llevó a cabo durante los años 2003 y 2004. Las fechas de siembra fueron: 24 de junio y 2 de julio de 2003 para *A. flaccida* y *A. Satureioides* respectivamente.

La densidad de siembra en el almácigo fue de 0,5 g de semilla por metro cuadrado, sembrada en líneas paralelas separadas 10 cm entre sí. La emergencia de las primeras plántulas ocurrió a los 13 días de la siembra.

El almácigo se caracterizó por tener un alto grado de enmalezamiento; por lo cual se aplicó el herbicida Verdic el 3 de setiembre a una dosis de 550 cc/ha. El no. de malezas favorece la aparición de ataque por *Sclerotinia sclerotiorum*, contra el cual se realizó un control con el fungicida Rovral el 27 de setiembre a 130 g/100 l de agua.

El período de transplante fue desde el 5 de noviembre hasta el 12 de diciembre de 2003; comenzando por *Achyrocline flaccida*. Se realizó una aplicación de trifluralina en el pretransplante el 31 de octubre sobre cantero húmedo a 4 l/ha y el 22 de diciembre se aplicó glifosato entre los canteros con pantalla antideriva a 4 l/ha.

Se utilizaron canteros con 0,8 m de ancho por 2,5 m de largo y caminos entre canteros de 0,55 m de ancho, dentro de un área total transplantada de aproximadamente 2 ha.
Las plantas se dispusieron en dos líneas rectas en tresbolillo a 0,35 x 0,35 m. De un total de 20 plantas, la sobrevivencia fue entre 15-18 plántulas por parcela.

Durante el desarrollo del cultivo, especialmente durante la primera fase, el principal problema presente fue el elevado grado de enmalezamiento, que determinó la aplicación el 5 de enero de 2004, del herbicida Verdic a 0,75 l/ha sobre todo el cuadro.

Se presentó nuevamente daño de *Sclerotinia sclerotiorum*, por lo que se realizó otro control con el fungicida Rovral el 9 de julio de 2004 a una dosis de 150 g/100 lt de agua sobre los focos de daño del cultivo.

Durante el período transcurrido entre diciembre de 2003 y agosto de 2004, se realizaron las diferentes evaluaciones sobre cada una de las especies, siguiendo los diferentes estadios fenológicos.

Poco después de la última cosecha, las plantas de todas las parcelas se secaron, por lo que no hubo registros para ampliar esta información al año siguiente.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para cada especie, se utilizó un Diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones. El diseño de tratamientos fue un factorial de dos factores: a) momento de corte y b) altura de corte.

El factor momento de corte tuvo tres niveles: 1) **prefloración**, 2) **plena floración** y 3) **post floración**.

El factor altura de corte tuvo dos niveles: 1) **manual** y 2) **mecánico**. En el corte manual las ramas fueron cortadas a 20 cm por debajo del ápice, lo que dejó mayor follaje remanente para su rebrote; en el corte mecánico las plantas fueron cortadas a 15 cm desde el suelo.

La combinación de ambos factores resultó en seis tratamientos (Tabla no. 1).

Tratamientos	Momentos corte	Altura corte
1	Prefloración	Mecánica
2	Prefloración	Manual
3	Plena floración	Mecánica
4	Plena floración	Manual
5	Post floración	Mecánica
6	Post floración	Manual

Tabla no. 1 – Tratamientos según momento y altura de corte

Los tratamientos fueron hechos al azar en 5 repeticiones, estas fueron identificadas con las letras A, B, C, D y E (Figura no. 1).

4E	3D	3B
1E	4D	1B
5E	6C	5B
2E	1C	4B
3E	5C	6A
6E	4C	5A
1D	2C	4A
6D	3C	3A
2D	2B	2A
5D	6B	1A

Figura no. 1 – Croquis del experimento.

Las letras A-E correspondieron a los bloques y los números 1-6 a los tratamientos aplicados. Por ejemplo, el tratamiento 4E correspondió a la quinta repetición de la parcela cosechada en plena floración y en forma manual.

Las parcelas con fondo amarillo correspondieron a las 15 donde se etiquetaron las plantas (medidas fijas); y las que tienen fondo salmón, son las restantes 15 donde cada vez fue elegida una planta al azar para ser medida.

La distribución de los canteros fue la misma para ambas especies (*Achyrocline satureioides* y *Achyrocline flaccida*).

3.3 EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTULAS

Cada experimento se dividió en dos grupos de 15 parcelas cada uno. En un grupo, una planta de cada parcela (n = 15) fue etiquetada y evaluada durante todo el período de crecimiento. En el otro grupo una planta de cada parcela fue elegida al azar en cada fecha de evaluación.

Esta metodología permitió, por un lado, monitorear el crecimiento de una misma planta desde la emergencia hasta el momento de cosecha. La información generada en este sentido fue utilizada para calibrar y modelar la curva de crecimiento de las especies. Por otro lado, los datos obtenidos en el

grupo de plantas elegidas al azar fueron utilizados para validar los modelos desarrollados para el primer grupo de plantas.

3.4 MEDICIONES

3.4.1 Caracterización de las plantas en almácigo y para transplante

Las variables utilizadas fueron las siguientes:

- Número de plantas por fila (en almácigo)
- Tamaño de las plantas en almácigo: largo tallos, largo raíces y no. tallos/planta (mayor a dos cm).
- Tamaño de plantas elegidas por los transplantadores a ser aptas para su sobrevivencia (de un tamaño y no. tallos considerado apto por los mismos).

3.4.2 Determinación de curvas de crecimiento desde transplante a cosecha

Las medidas se realizaron desde la implantación del transplante, hasta su floración y cosecha.

Las variables utilizadas para la generación de las curvas de crecimiento fueron las siguientes:

- Altura de planta.
- Número de ramas principales
- Ramificaciones (las ramificaciones se cuentan luego de presentar un crecimiento aproximado de 1,5 cm. Se contabilizaron juntas las ramificaciones primarias y secundarias)

La floración de *Achyrocline flaccida* comenzó el 17 de febrero de 2004. Cabe destacar que el ensayo correspondiente a *Achyrocline satureioides* nunca floreció debido, probablemente, a condiciones climáticas desfavorables y a su transplante tardío. En consecuencia, no se realizaron medidas ni análisis para la etapa de cosecha de esta especie.

En las primeras etapas del ciclo las evaluaciones se realizaron cada siete días, sobre el final del ciclo cada 14 días.

3.4.3 Determinación del rendimiento de Materia Seca y Materia Verde en tres momentos de corte y dos alturas de corte

En este estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

- El rendimiento de MV se determinó al momento de cada corte.
- El rendimiento de MS se determinó aproximadamente al mes de cada corte.
- Fueron separados flores de tallos para así obtener la proporción flor/tallo en cada corte.

En cada momento de corte fueron cosechados los tallos, hojas y flores de las parcelas que correspondían. Estas fueron identificadas y llevadas al laboratorio a ser pesadas para determinar el rendimiento de materia verde. Luego las muestras fueron secadas al aire, y un mes después fueron pesadas para determinar el rendimiento de materia seca. Además, en cada corte las flores fueron separadas de los tallos para obtener la proporción flor/tallo.

En las parcelas cortadas en el momento de prefloración se observó un rebrote de flores, por lo cual se realiza una cuarta cosecha. Esto resultó interesante de evaluar ya que permitiría la realización de dos cortes en la misma temporada, con lo que aumentarían las posibilidades económicas del cultivo.

3.4.4 Determinación de compuestos químicos

Fue analizado el aceite esencial de *Achyrocline flaccida,* tomando una muestra de 50-80 g de cada momento y altura de corte. La composición del aceite se estudió por Cromatografía Gaseosa y muestra los 20 compuestos químicos que se encuentran en mayor proporción.

Además, para las mismas muestras se determinó el porcentaje total de rendimiento en aceites esenciales según momento y altura de corte.

El análisis por Cromatografía Gaseosa se realizó utilizando un cromatógrafo de gases Shimadzu 14 B equipado con un detector de FID y un procesador de datos Shimadzu con software EZ-Chrom, utilizando dos columnas capilares.

La primera fue una columna capilar de silica fundida con SE-52 como fase estacionaria (Mega, Legnano, Italia), recubierta con 5% fenilmetilpolisiloxano (0.40-0.45 um de espesor de film); programa de temperatura de la columna , 60 ºC por 8 min, luego hasta 180 ºC a 3 ºC/min, 180-250 ºC a 20 ºC/min, luego 250 ºC por 10 min. Temperatura del inyector 250 ºC; temperatura del detector 280

ºC; modo de inyección, split; relación de split 1:30; volumen inyectado, 0.2 uL del aceite. El gas carrier fue Hidrogeno, 55 kPa.

La segunda columna capilar de silica fundida utilizada fue una Carbowax 20M (Ohio Valley, USA) (25 m x 0.32 mm i.d.), recubierta con polietilen glicol (0.25 um de espesor de fase); temperatura de la columna, 40º C por 8 min, hasta 180 ºC a 3 ºC/min, luego hasta 230 ºC a 20 ºC/min. Temperatura del inyector 250 ºC; temperatura del detector 250 ºC; modo de inyección, split; split ratio 1:30; volume injected, 0.2 L of the oil. Carrier relación de split 1:30; volumen inyectado, 0.2 uL del aceite. El gas carrier fue Hidrogeno, 30 kPa.

3.4.5 Análisis estadístico

El efecto de los factores momento y altura de corte así como sus interacciones sobre las distintas variables medidas fue analizado utilizando el programa SAS.

Las curvas de crecimiento fueron modeladas utilizando el proceso Proc-nlin del programa SAS (Statistical Analysis System) y el programa Curve Expert 1.3.

El poder predictivo de los modelos desarrollados se estimó calculando el coeficiente de determinación y el sesgo existente entre los valores observados y los predecidos por el modelo. El sesgo se presentó en forma porcentual y su cálculo fue el siguiente:

Sesgo= ((observados – predecidos) / predecidos)*100

El Análisis de Varianza de los componentes de los aceites esenciales fue realizado con el programa Estadístico “R”.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CARACTERIZACION DE LAS PLANTAS EN ALMÁCIGO Y PARA TRANSPLANTE

4.1.1 Los primeros resultados se obtuvieron con el propósito de conocer las variables del cultivo desde su transplante

Se realizó el conteo del número de plantas por fila en los almácigos, ya que se conocía que existía una alta variación en el número de plantas por fila.

Para esto fueron tomadas al azar 15 filas de cada especie, donde se contabilizó el número de plantas totales en cada fila, para poder observar su variación en la sobrevivencia.

Los resultados son mostrados en Figura no. 2. Por datos completos ver Anexo.

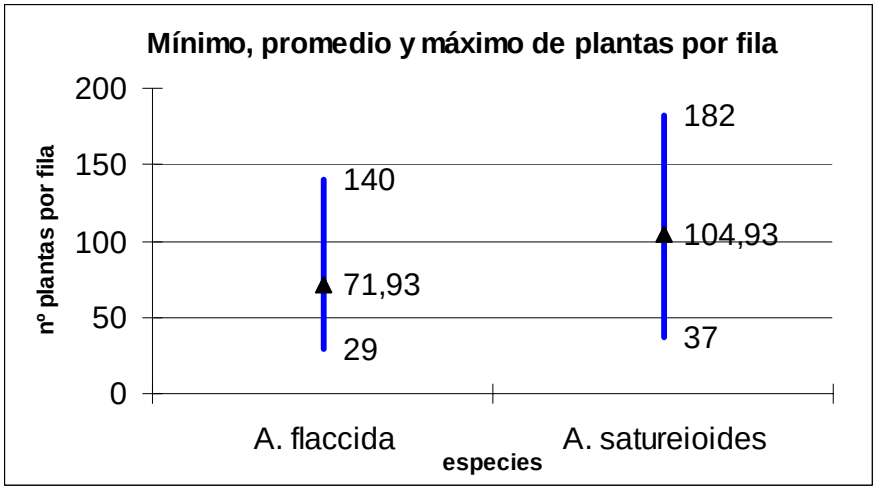

Figura no. 2 - Variación del no. plantas por fila. (el triángulo indica el promedio)

Como puede observarse en la Figura no. 2, se corrobora la variación importante en el número de plantas sobrevivientes, teniendo un valor mínimo de 29 a uno máximo de 140 plantas en *A. flaccida*; y uno mínimo de 37 a un máximo de 182 plantas en *A. satureioides*.

Puede observarse también el mayor número de plantas por fila en *A. satureioides*, dado por el menor tamaño de planta de esta especie frente a *A. flaccida*.

4.1.2 En el momento del transplante se midió el tamaño de plantas existentes en los canteros, ya que existía una variación visual importante en el tamaño de plantas

Para corroborar si existía o no una variación real en el tamaño de las plantas, fueron tomadas medidas de largo total de raíces y tallos, y del número de tallos, sobre 30 plantas tomadas al azar. Resultados en Figuras no. 3, no. 4 y no. 5. Por datos completos ver Anexo.

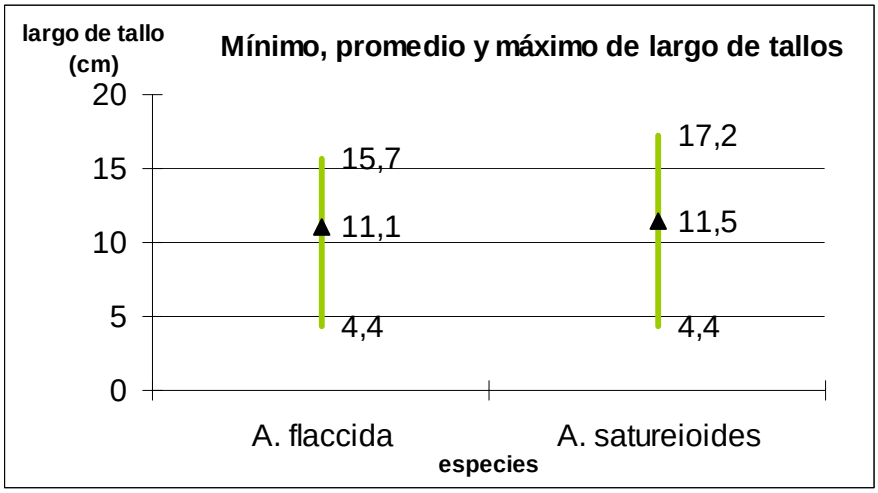

Figura no. 3 - Variación en el largo de tallos – en almácigos (el triángulo indica el promedio)

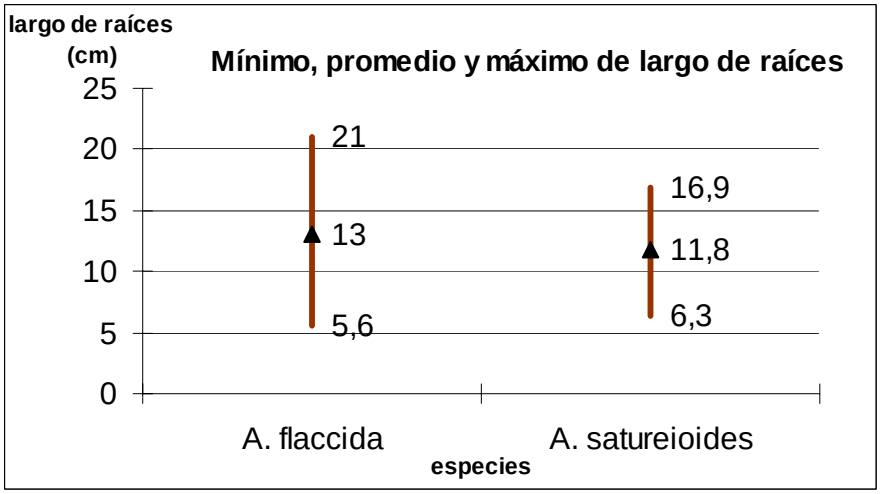

Figura no. 4 - Variación en el largo de raíces – en almácigos (el triángulo indica el promedio)

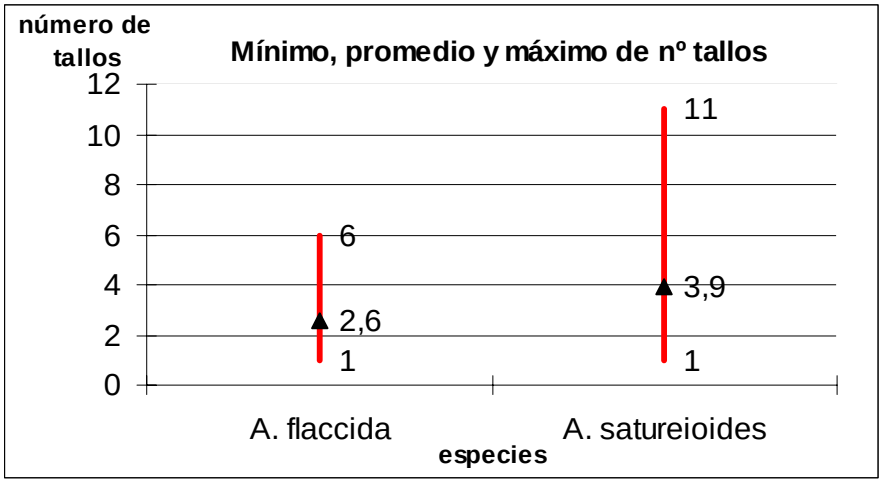

Figura no. 5 - Variación en el número de tallos – en almácigos (el triángulo indica el promedio)

Puede observarse de las Figuras no. 3, 4 y 5; que existe también una variación en el tamaño de plantas, siendo un dato a tomar en cuenta que el número de tallos de *A. satureioides* es superior, y que sus plantas son de menor tamaño que *A. flaccida*, mostrando ya la tendencia que luego se corrobora cuando medimos el crecimiento de ambas especies.

4.1.3 Fueron medidas en tercer lugar el tamaño de las plantas elegidas por los transplantadores como aptas para la sobrevivencia.

En cada caso se tomaron al azar 30 plantas de cada variedad.

Resultados mostrados en Figuras no. 6, 7 y 8. Por datos completos ver Anexo.

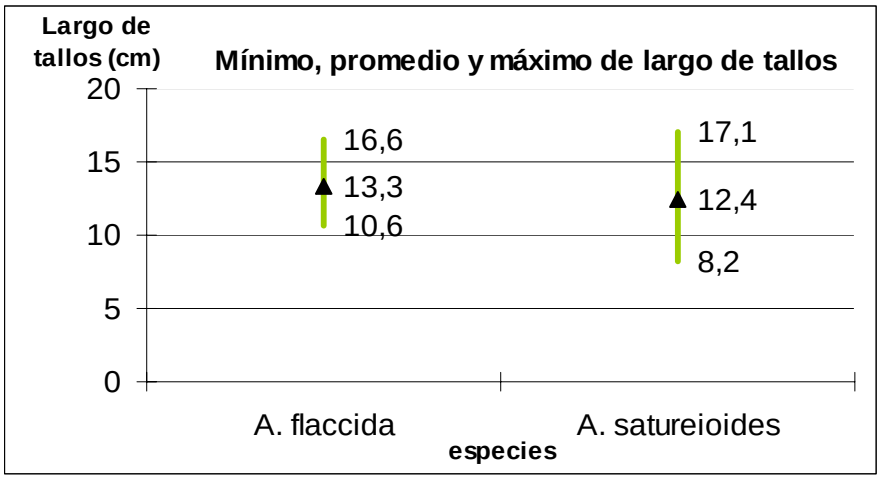

Figura no. 6 - Variación en el largo de tallos - plantas elegidas para transplante (el triángulo indica el promedio)

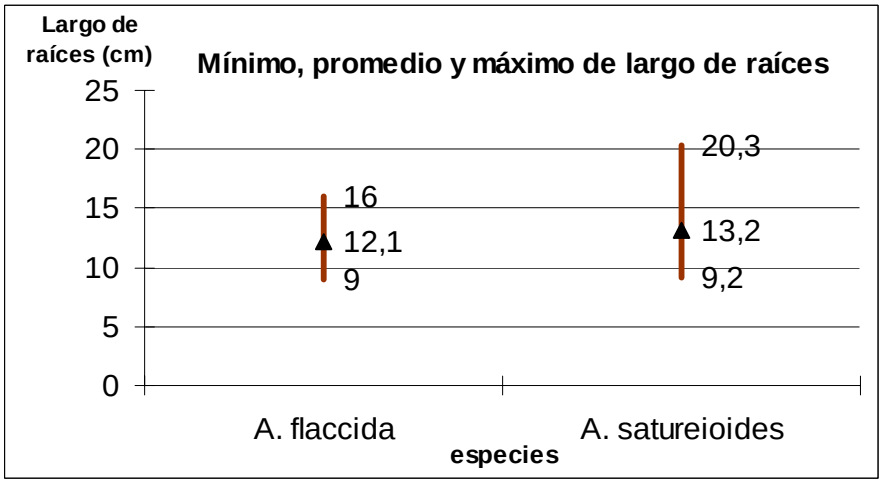

Figura no. 7 - Variación en el largo de raíces - plantas elegidas para transplante (el triángulo indica el promedio)

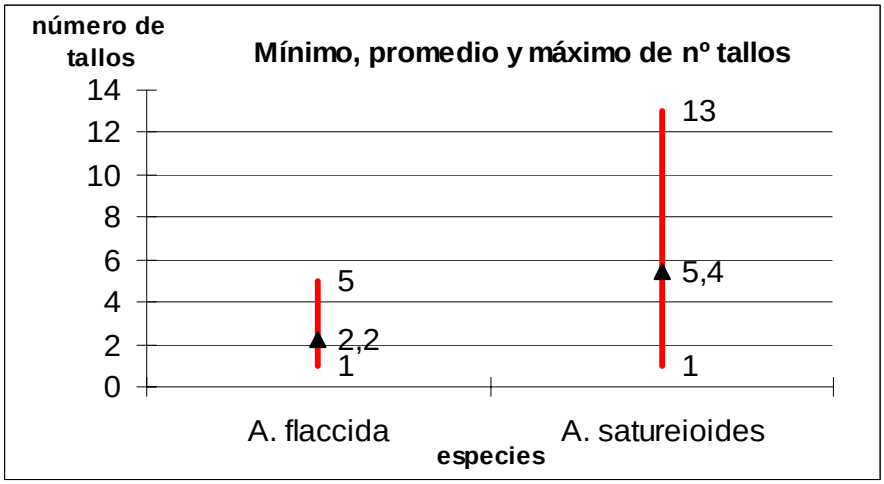

Figura no. 8 - Variación en el número de tallos - plantas elegidas para transplante (el triángulo indica el promedio)

Puede observarse en las Figuras no. 6, 7 y 8; que es mucho menor la variación de tamaño de las plantas elegidas por los transplantadores, que la población original.

También puede verse que el tamaño de los tallos es similar al tamaño de las raíces en ambas especies (es proporcional).

El tamaño elegido por los transplantadores para tener una mayor sobrevivencia al momento del transplante, es mayor que el tamaño promedio de los canteros originales.

4.2 DETERMINACIÓN DE CURVAS DE CRECIMIENTO DESDE TRANSPLANTE A COSECHA

Se tomaron dos tipos de medidas: la altura máxima de la planta y el número de ramas y ramificaciones, con el fin de observar la curva de crecimiento de ambas especies. Fecha de inicio: 30 de diciembre, con medidas cada siete días, y al final del ciclo cada 14 días (por un mayor tamaño de planta); tomándose la última medida el 4 de mayo.

4.2.1 Altura de planta

Fue realizada la comparación de altura de planta, en primer lugar dentro de especies y luego entre especies.

4.2.1.1 Achyrocline flaccida

- **Plantas fijas**

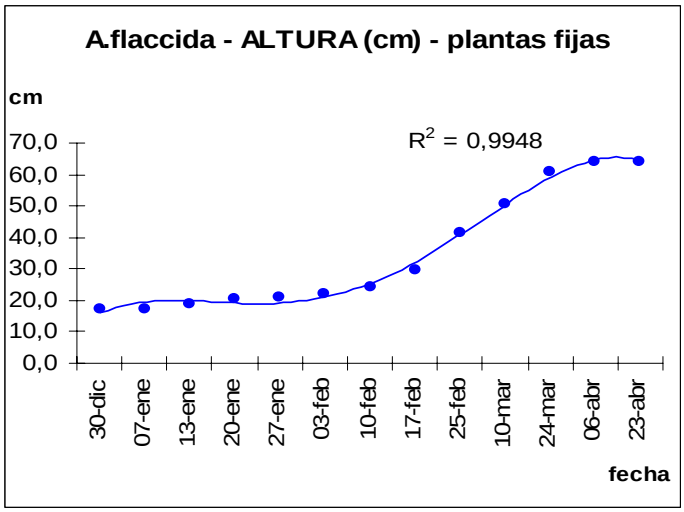

Figura no. 9 - Altura promedio (cm) para plantas fijas - A. flaccida

Como puede observarse en la Figura no. 9, la misma muestra la tendencia esperada de las curvas de crecimiento, una curva sigmoide. Se observa un incremento leve, luego un cambio en la velocidad de crecimiento y una estabilización entorno al máximo.

Se utilizó para esto el programa estadístico SAS, a partir del cual se obtiene el siguiente modelo:

$$\text{Altura estimada (alt}\hat{}\text{)} = \frac{\text{alfa}}{1 + \text{beta} \times e^{(-\text{gamma} \times \text{días})}}$$

Tabla no. 2 - Resultados altura (cm) plantas fijas – A. flaccida

Alfa	82,3626
Beta	6,0129
Gamma	0,0297

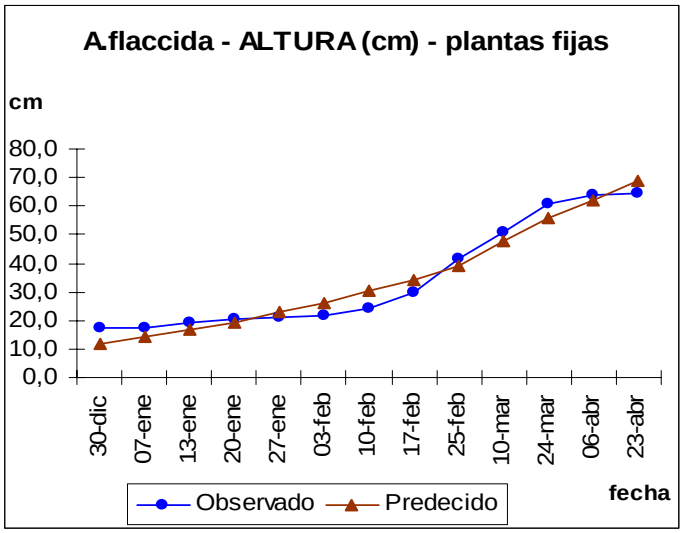

Figura no. 10 - Datos observados (plantas fijas) vs. Datos predecidos a partir del modelo del SAS - A. flaccida

Sesgo = ((observados – predecidos) / predecidos)*100
Sesgo = ((451,3-448,9)/448,9)*100 = 0,531 %

Estos resultados muestran una curva más bien lineal, por lo que se siguió buscando un modelo que reprodujera mejor la curva sigmoide de crecimiento.

Para esto se utilizó la ayuda de un programa estadístico “Curve Expert” Versión 1.3, con el cual a partir de los mismos datos observados, y un polinomio de tercer grado, se obtuvo la curva sigmoide con: una correlación de 99,3% y un desvío Standard de 2,44.

El modelo resultante fue: $y=a + bx + cx^2 + d$
Siendo a = 19,585709
b = - 0,49206048
c = 0,021364981
d = - 0,00011901202

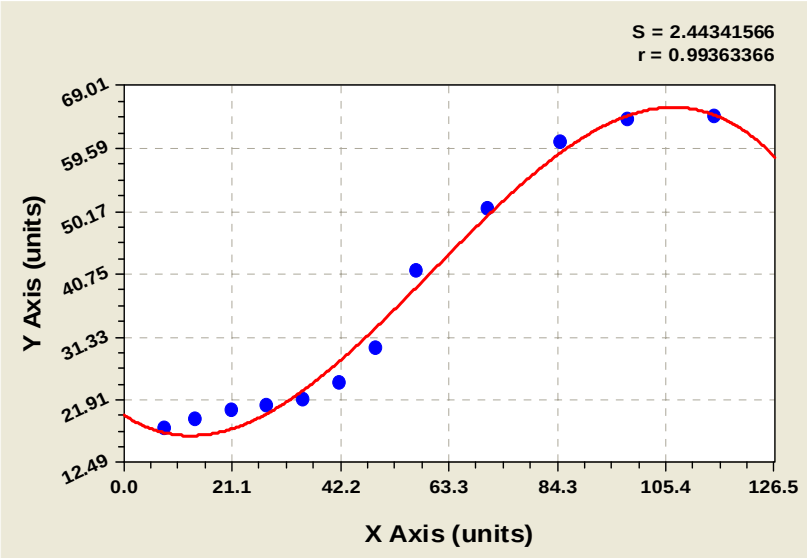

Figura no. 11 - Altura promedio plantas fijas durante el período de crecimiento – A. flaccida – Programa: Curve Expert 1.3

Como puede observarse, con este modelo logramos predecir mejor la curva de crecimiento que obtuvimos con los datos reales.

Plantas al azar

Se compararon los datos de las plantas fijas, con las plantas elegidas al azar en cada medida, para corroborar que se obtengan resultados similares.

El modelo obtenido con Curve Expert 1.3 fue el siguiente:
y = a + bx
siendo a = 8,3411112
b = 0,81232923

Los resultados que pueden observarse entre ambas medidas, mostraron que se pueden tomar datos aleatorios, con resultados muy similares, sin necesidad de etiquetar plantas, ya que su correlación es de 98,1%.

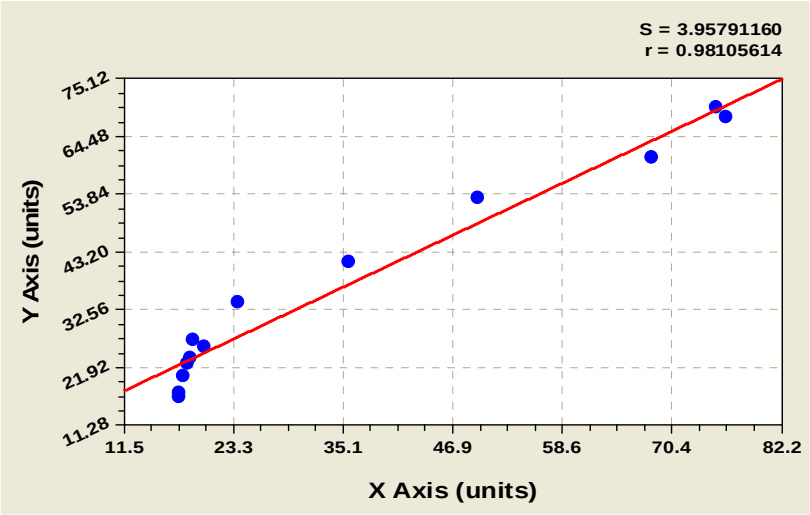

Figura no. 12 - Correlación entre modelo de plantas fijas vs. plantas al azar

- **Total plantas**

Para poder observar todas las plantas en forma conjunta (fijas + al azar), fueron graficados los promedios de cada medida, ya que su correlación es alta, y de esta manera observar la totalidad de los resultados.

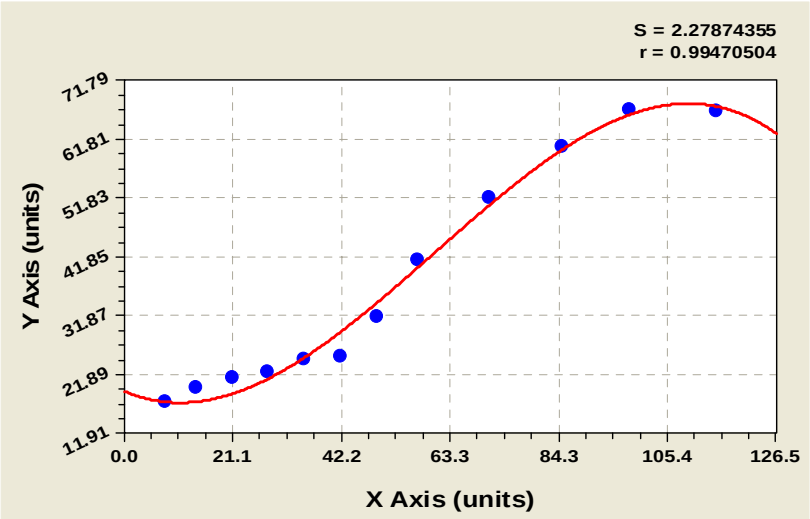

Figura no. 13 – Alturas promedio (cm) - Total de plantas para A. flaccida

Los datos fueron procesados por “Curve Expert” Versión 1.3, obteniéndose un polinomio de tercer grado, con una correlación de 99,4% y un desvío standart de 2,27.

El modelo resultante fue: $y=a + bx + cx^2 + d$

Siendo a = 1,909813
b = - 0,37311531
c = 0,019056865
d = - 0,00010576578

Se siguió obteniendo una correlación alta como era de esperarse, y un desvío muy similar a los obtenidos con las medidas por separado. Con esto pudo corroborarse que los datos de altura de planta, de las 30 medidas, muestran una correlación alta, de más del 99%, pudiendo predecir con un polinomio de tercer grado, su curva de crecimiento.

4.2.1.2 Achyrocline satureioides

De la misma forma que para A. flaccida, se muestran los resultados para A. satureioides, con la diferencia que las parcelas de esta última no florecieron.

- **Plantas fijas**

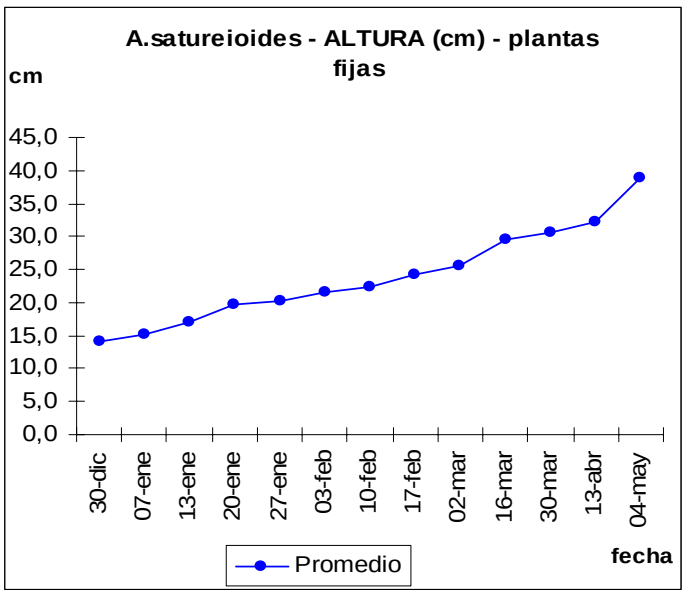

Figura no. 14 - Altura máxima (cm) para plantas fijas – A. flaccida

Los resultados para A. satureioides muestran una curva más lineal, observando más ese modelo que el esperado para el crecimiento. Esta diferencia podría deberse a que las plantas de esta especie no pudieron florecer, y siguieron creciendo en altura, buscando un mayor tamaño para cuando las condiciones vuelvan a darse para su floración.

Aparentemente su falta en la floración fue debida a las condiciones climáticas desfavorables, sumado al transplante más tardío de esta especie, lo que fue en contra de que lograse el tamaño necesario para el momento de su floración.

Se hizo el análisis estadístico con el SAS, que dio como resultado el siguiente modelo:

Altura estimada (alt^) = 14,62 + 0,18358 x (días)

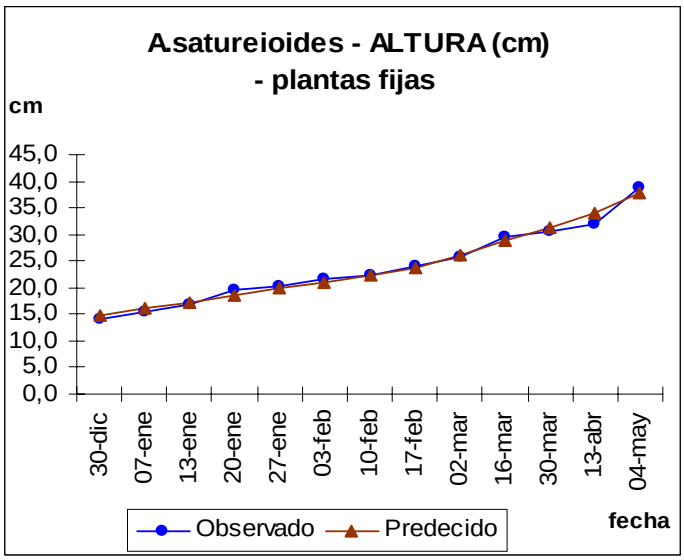

Figura no. 15 - Datos observados vs. Datos predecidos de altura (cm) A. satureioides

Sesgo = ((observados – predecidos) / predecidos)*100
Sesgo = ((311,1-311,0)/311,0)*100 = 0,01 %

Como puede observarse, el modelo predijo la curva lineal que presentó esta especie.

Se realizó también el análisis con Curve Expert 1.3, mostrando con un polinomio de tercer grado, con una correlación de 99,6% y un desvío standart de 0,75.

El modelo resultante fue: $y=a + bx + cx^2 + d$

Siendo a = 13,572901
b = 0,29446808
c = -0,0022645134
d = 1,19E+02

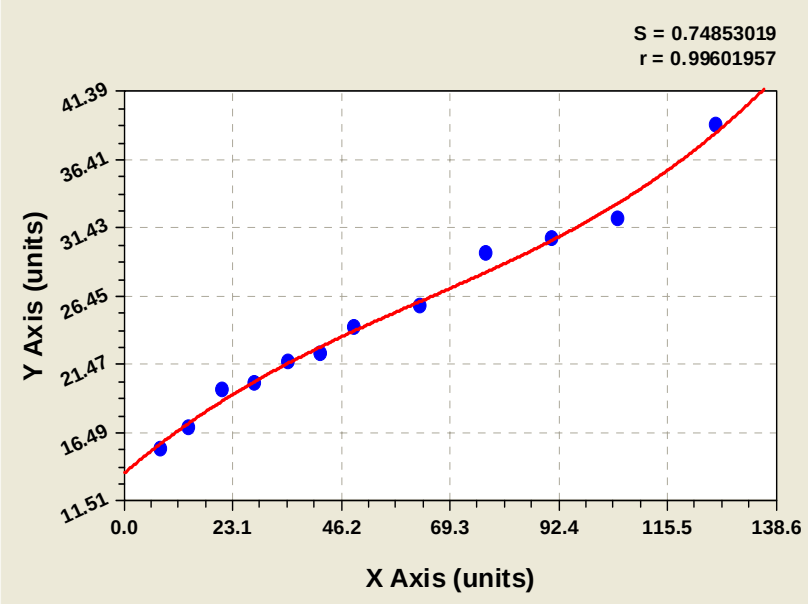

Figura no. 16 - Altura promedio plantas fijas durante el período de crecimiento – A. satureioides – Programa: Curve Expert 1.3

Este modelo mostró los resultados de su correlación y desvío, por esto es que se decidió incluirlo para ampliar los resultados obtenidos, así como mejorar el modelo lineal anteriormente obtenido por el SAS.

- **Plantas al azar**

Se realizó de la misma manera para A. satureioides (como fue hecho para A. flaccida), la correlación de los resultados de plantas fijas y al azar.

El modelo obtenido con Curve Expert 1.3 fue el siguiente:
y = a + bx
siendo a = -98,773149
b = 6,2912367

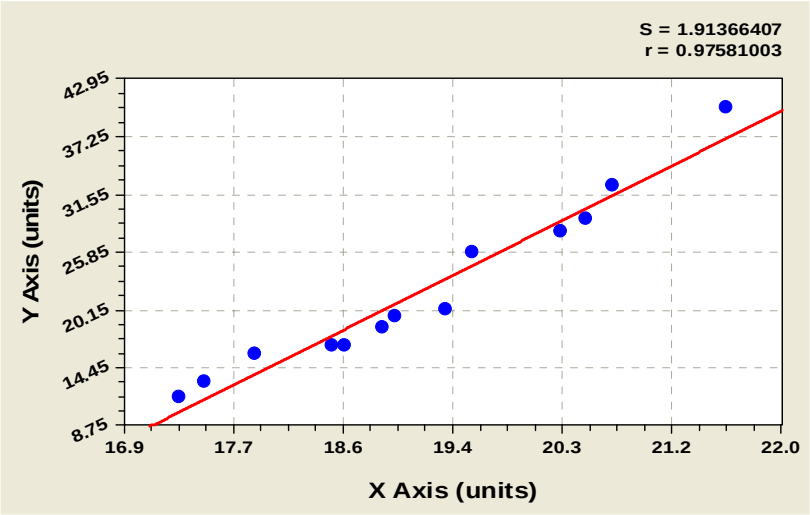

Figura no. 17 - Correlación entre medidas de plantas fijas vs. plantas al azar

La correlación de 97,5% y el desvío standart de 1,91; mostraron que también en A. satureioides fueron muy similares los datos tomados como fijos y al azar.

- **Total plantas**

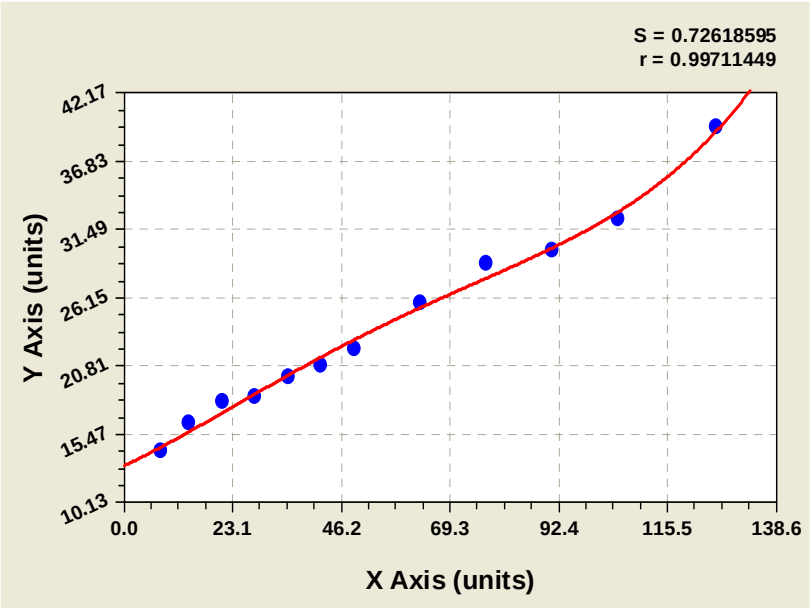

Figura no. 18 – Alturas promedio (cm) del total de las plantas para A. satureioides

Los datos fueron procesados por “Curve Expert” Versión 1.3, obteniéndose un polinomio de cuarto grado, con una correlación de 99,7% y un desvío standart de 0,73.

El modelo resultante fue: $y=a + bx + cx^2 + dx^3 + e$

Siendo a = 13,044763
b = 0,17308083
c = 0,0018688803
d = -3,50E+02
e = 1,78E+00

También pudo observarse en la especie A. satureioides una alta correlación, en este caso de 99,7% en el total de los datos, por lo que puede decirse que el polinomio de cuarto grado obtenido, puede predecir en buena medida la curva de crecimiento en cuanto a altura de planta.

4.2.1.3 Achyrocline flaccida vs. Achyrocline satureioides

Por ultimo se realizó la comparación del crecimiento en altura obtenidas entre especies. Estas pueden observarse en la figura siguiente:

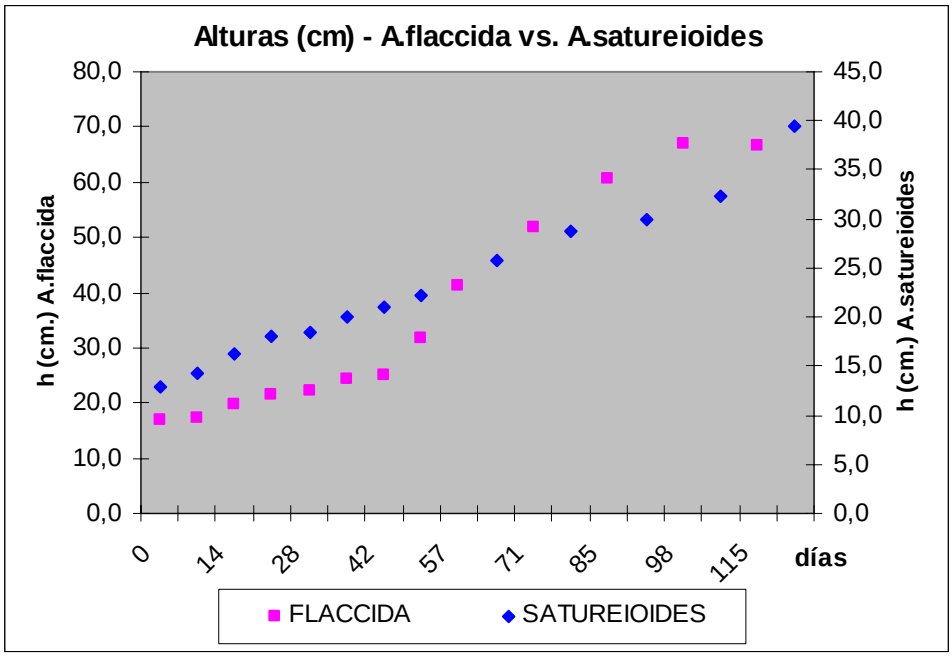

Figura no. 19 - Alturas promedio (cm) de A. flaccida vs. A. satureioides

Se muestran juntas ambas especies, sólo para que pueda verse su diferencia en crecimiento. Con la prueba de Tukey del SAS, pudo observarse que si tenemos diferencias significativas entre las especies.

Tabla no. 3 - Resultados de la prueba de Tukey para la comparación A. flaccida vs. A. satureioides

R-cuadrado	Coef. Var.	Error	altura promedio
0,951179	12,11410	3,564563	29,42490

Tabla no. 4 - Resultados de la prueba de Tukey para la comparación A. flaccida vs. A. satureioides

PARAMETROS		Estimado	Error standard	Valor t	Pr > |t|
SPP	Fla	10,92614606	1,19934240	9,11	< 0,0001
SPP	Sat	13,00262582	1,16997279	11,11	< 0,0001
DÍAS (SPP)	Fla	0,51972328	0,02033548	25,56	< 0,0001
DÍAS (SPP)	Sat	0,19755063	0,01850690	10,67	< 0,0001

Como pudo observarse, la correlación es 95,1% y la prueba de Tukey muestra con los valores de < 0,0001, que SI existen diferencias significativas entre especies; tanto en el crecimiento en altura, como en los valores que se obtienen en la medida (día).

4.2.2 Número de ramas principales y ramificaciones

Comparamos primero dentro de especies y luego entre especies.
Se realiza el conteo de número de ramas y sus ramificaciones con el fin de cuantificar el crecimiento real de las mismas. Por esta razón es que la medición de las plantas debe hacerse al final del ciclo cada 14 días, ya que el tamaño de las plantas superó el tiempo que teníamos en su inicio.

4.2.2.1 Achyrocline flaccida

Mostramos la evolución del crecimiento primero en las medidas de plantas fijas, validando igual que en altura con los datos al azar. Se muestran resultados del conteo de ramas y conteo de ramificaciones.

- **Plantas fijas – RAMAS**

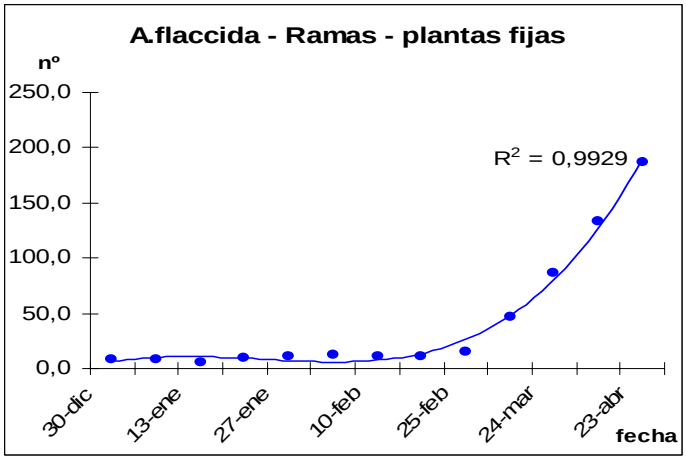

Figura no. 20 - No. ramas promedio de A. flaccida

Observamos un crecimiento continuo del no. de ramas mientras que fue realizado su conteo, en el período desde transplante hasta la cosecha.

Siguiendo el mismo esquema que para altura de planta, se verifica con el modelo calculado para las plantas fijas, los datos que obtuvimos al azar.

- **Plantas al azar – RAMAS**

El modelo lineal que se obtiene para la correlación entre los datos es el siguiente: y = a + b*x
Siendo, a = -3,9207651
b = 1,1476181

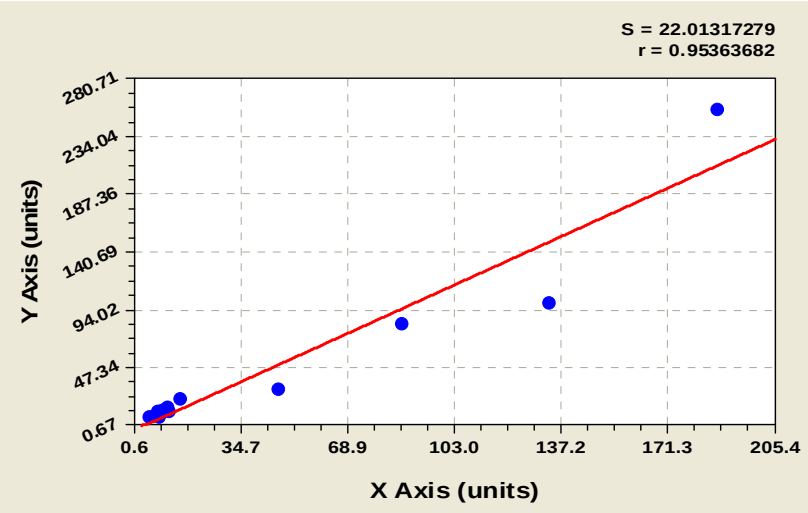

Figura no. 21 - Correlación del no. de ramas, del modelo de plantas fijas vs. plantas al azar A. flaccida

Como puede observarse su correlación es de un 95,3 % y de su desvío standard podríamos concluir que existe una importante variación de los datos ya que su valor es de 22,01.

↳ Total plantas – RAMAS

Mostramos en la figura siguiente, los datos del total de las plantas, obtenidos de las medidas fijas y al azar.
Los datos fueron procesados por “Curve Expert” Versión 1.3, obteniéndose un polinomio de tercer grado, con una correlación de 99,7% y un desvío standart de 5,1.

El modelo resultante fue: $y=a + bx + cx^2 + dx^3 + e$

Siendo a = 10,323862
b = -0,17521685
c = 0,0037205732
d = -2,6599935E-005
e = 1,3031238E-006

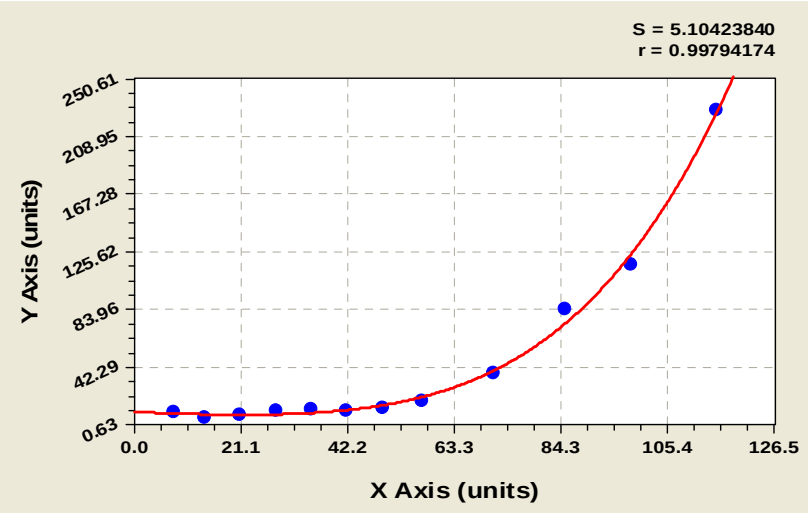

Figura no. 22 - No. ramas promedio del total de las plantas para A. flaccida

Se obtiene como puede observarse una figura con una alta correlación y un desvío dentro de lo esperado, con lo que se sigue verificando que los datos fijos y al azar son muy similares.

Plantas fijas – RAMIFICACIONES

A continuación se muestra la evolución de las ramificaciones de las plantas, observándose también un crecimiento continuo a lo largo del período estudiado. Mostramos nuevamente primero los datos tomados en las plantas fijas.

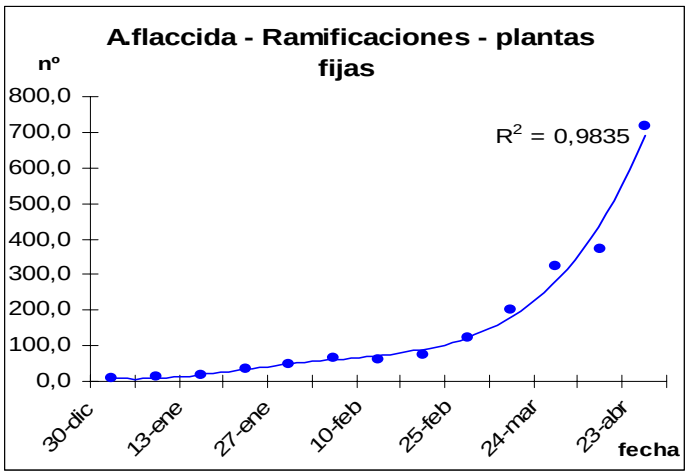

Figura no. 23 - No. ramificaciones promedio de A. flaccida

Plantas al azar – RAMIFICACIONES

Se verifica del mismo modo, con el modelo calculado para las plantas fijas, los datos que obtuvimos al azar.
Con el modelo lineal: y = a + b*x
Siendo a = -18,839345
b = 1,2186751

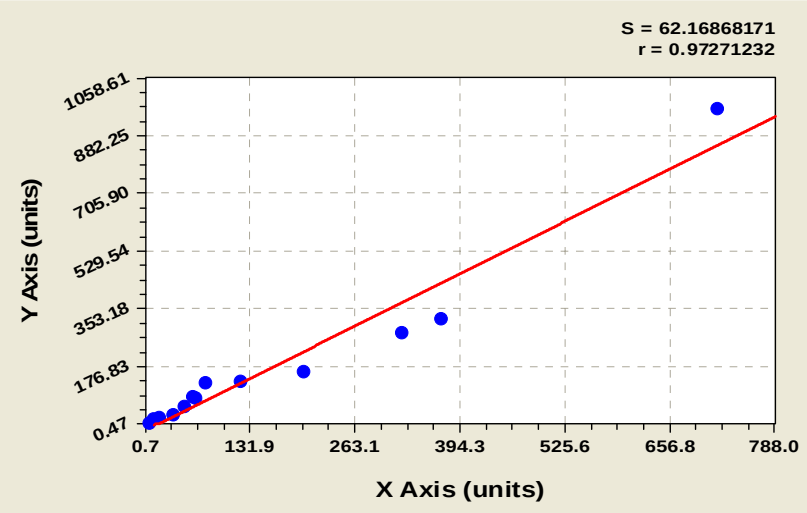

Figura no. 24 - Correlación del no. de ramificaciones, del modelo de plantas fijas vs. plantas al azar A. flaccida

La correlación obtenida entre datos es de 97,3 % y de su desvío standard podríamos concluir que existe una alta variación de los datos ya que su valor es de 62,16. Esta variación se la debemos a las medidas de los últimos datos donde obtuvimos diferencias mayores entre las mismas, por el gran número de ramificaciones que tenemos acercándonos al momento de cosecha.

Total plantas – RAMIFICACIONES

Reuniendo el total de los datos, mostramos en la figura siguiente, los datos de las medidas fijas y al azar.
Los datos fueron procesados por “Curve Expert” Versión 1.3, obteniéndose un polinomio de tercer grado, con una correlación de 99,4% y un desvío standart de 30,45.

El modelo resultante fue: $y=a + bx + cx^2 + dx^3 + e$

Siendo a = 17,097444
b = -3,4112157
c = 0,26826477
d = -0,0045309045
e = 2,6123653E-005

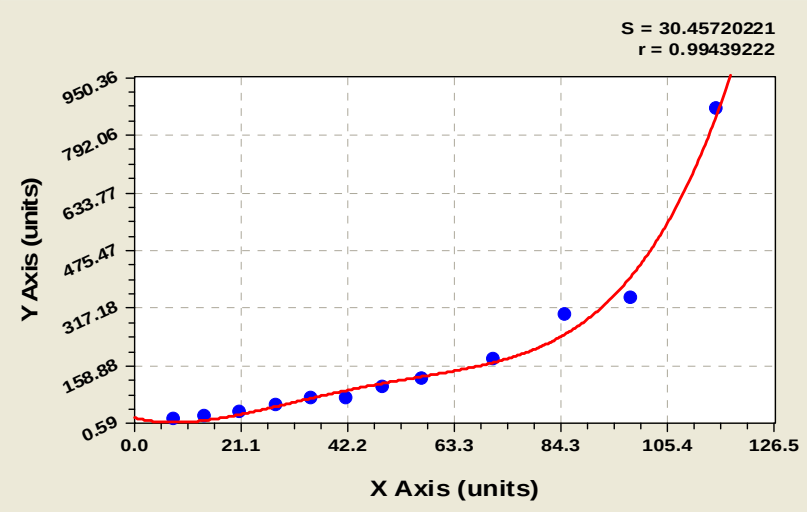

Figura no. 25 - No. ramificaciones promedio del total de las plantas para A. flaccida

En esta figura observamos la alta correlación obtenida, con un alto desvío, y muestra también que dos de sus tres últimos datos serían los que aumentan la variación.

↳ Total plantas – RAMAS Y RAMIFICACIONES

A partir del SAS obtenemos un modelo de las plantas fijas, que se grafica como los datos observados vs. los datos predecidos de las plantas al azar. Este fue realizado para la suma de los datos ramas + ramificaciones.

El modelo es el siguiente:

A. flaccida – modelo plantas fijas.-
Log (n tallos) = 2,8769 + 0,0353 x (días)
n tallos (estimado) = $e^{2,8769 + 0,0353 \text{ x (días)}}$

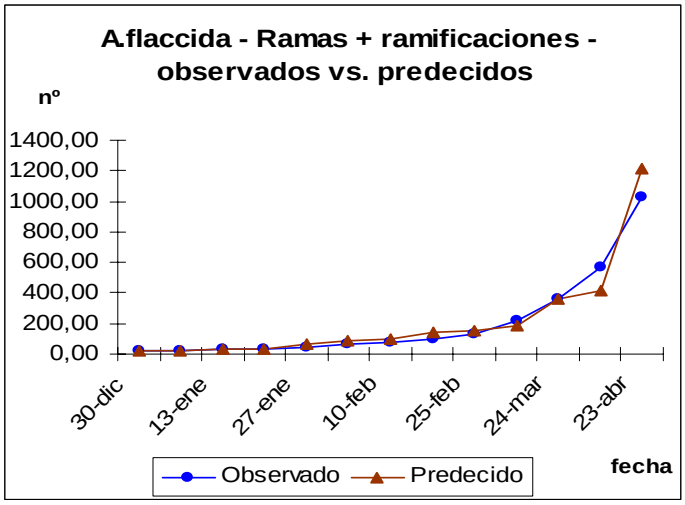

Figura no. 26 - Datos observados vs. Datos predecidos del no. ramas + ramificaciones promedio para A. flaccida

El sesgo obtenido es el siguiente:
Sesgo = ((observados – predecidos) / predecidos)*100
Sesgo = ((2701,81-2838,6)/2838,6)*100 = -4,82 %

4.2.2.2 Achyrocline satureioides

- **Plantas fijas – RAMAS**

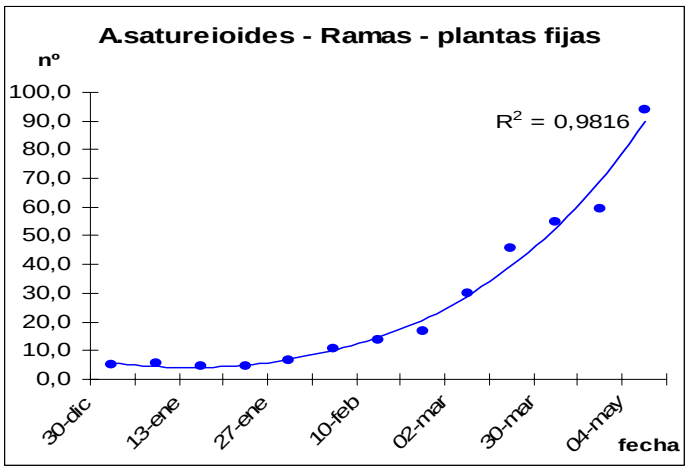

Figura no. 27 - No. ramas promedio de A. satureioides

De la misma forma que para A. flaccida se observa el crecimiento continuo del número de ramas en el período que medimos.

Plantas al azar – RAMAS

Verificamos con el modelo calculado para las plantas fijas, los datos que obtuvimos al azar.

El modelo lineal que se obtiene para la correlación entre los datos es el siguiente: y = a + b*x

Siendo, a = 1,2693086

b = 0,58863349

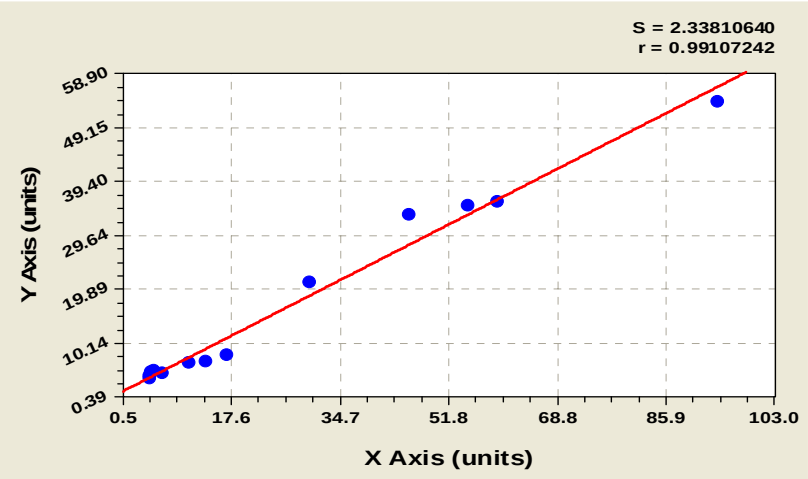

Figura no. 28 - Correlación del no. de ramas, del modelo de plantas fijas vs. plantas al azar para A. satureioides

Como puede observarse su correlación es de un 99,1 % y su desvío standard es de 2,34; por lo que se deduce que los resultados son muy parecidos por su alta correlación y desvío menor.

Total plantas – RAMAS

La figura siguiente presenta los resultados del total de las plantas, obtenidos de las medidas fijas + al azar.

Los datos fueron procesados por “Curve Expert” Versión 1.3, obteniéndose un polinomio de tercer grado, con una correlación de 99,2% y un desvío standart de 3,36.

Los resultados son los esperados gracias a la correlación anterior de fijas vs. azar.

El modelo resultante fue: $y=a + bx + cx^2 + dx^3 + e$

Siendo a = 7,168505
b = -0,68273209
c = 0,029402364
d = -0,00028506522
e = 1,0119024E-006

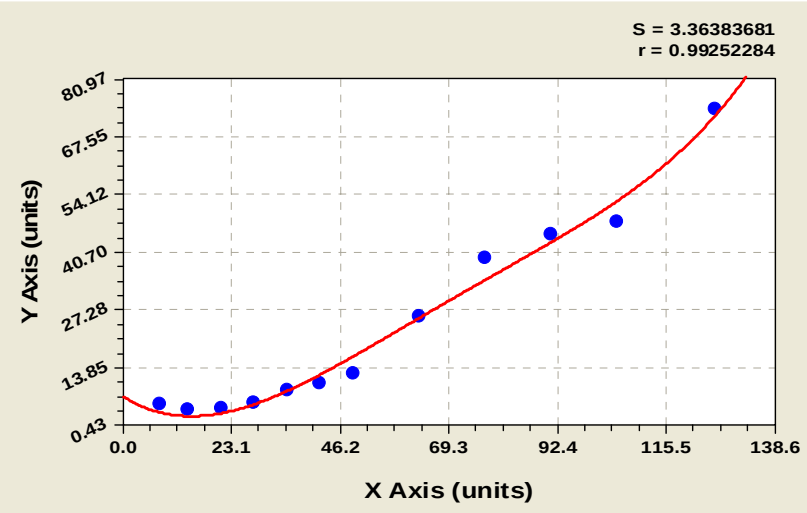

Figura no. 29 - No. ramas promedio del total de las plantas para A. satureioides

Plantas fijas – RAMIFICACIONES

A continuación se muestra la evolución de las ramificaciones de las plantas, observándose también un crecimiento continuo a lo largo del período estudiado. Primero observamos los datos tomados en las plantas fijas.

Con los datos obtenidos se logra una correlación de 97,6 %, y observando los últimos datos son los que disminuyen la correlación, por estar cerca de la curva, pero no formar parte de ella. Es probable que la causa sea el alto número de ramificaciones a las que llegamos, con una alta variación también entre las medidas.

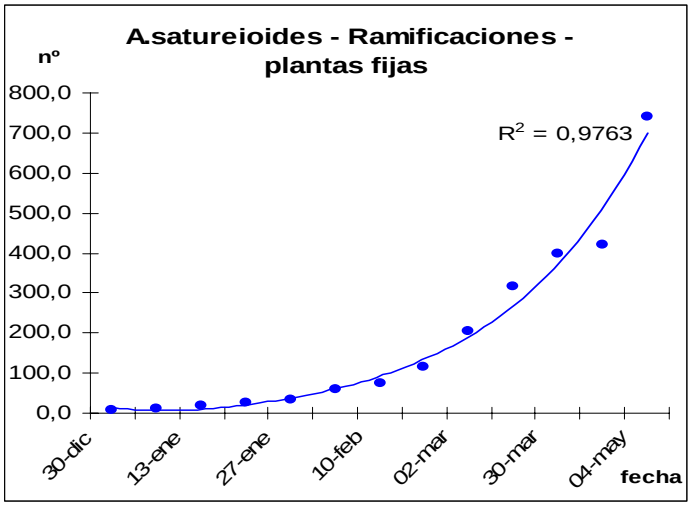

Figura no. 30 - No. ramificaciones promedio de A. satureioides

- **Plantas al azar – RAMIFICACIONES**

Se verifica del mismo modo, con el modelo calculado para las plantas fijas, los datos que obtuvimos al azar.

Con el modelo lineal: y = a + b*x, Siendo a = 12,051795
b = 0,50878511

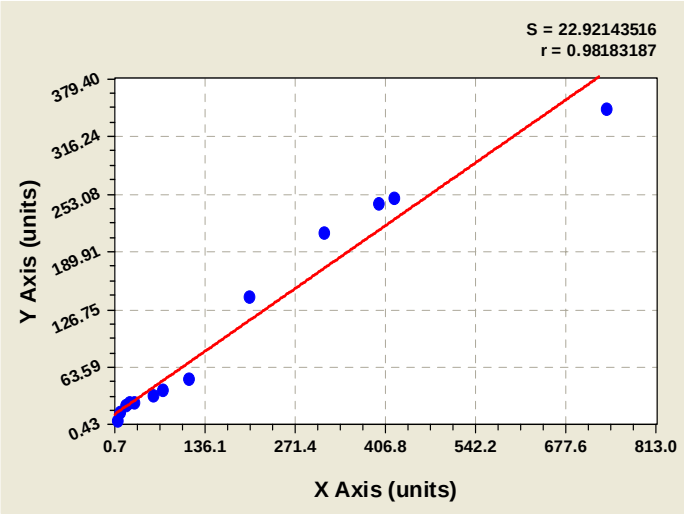

Figura no. 31 - Correlación del no. de ramificaciones, del modelo de plantas fijas vs. plantas al azar A. satureioides

La correlación obtenida entre datos es de 98,2 % y de su desvío standard podríamos concluir que existe una variación de los datos ya que su valor es de 22,9. Esta variación se debe en mayor parte a las medidas de los últimos datos, por el gran número de ramificaciones que tenemos acercándonos al momento de cosecha; así como el medir cada 14 días también aumenta los posibles errores de medida.

- **Total plantas – RAMIFICACIONES**

Reuniendo el total de los datos, mostramos en la figura siguiente, los datos de las medidas fijas y al azar.

Los datos fueron procesados por “Curve Expert” Versión 1.3, obteniéndose un polinomio de tercer grado, con una correlación de 99,2% y un desvío standart de 24,7.

El modelo resultante fue: $y=a + bx + cx^2 + dx^3 + e$

Siendo
a = 21,202632
b = -3,373731
c = 0,17010452
d = -0,0016447725
e = 6,0553512e-006

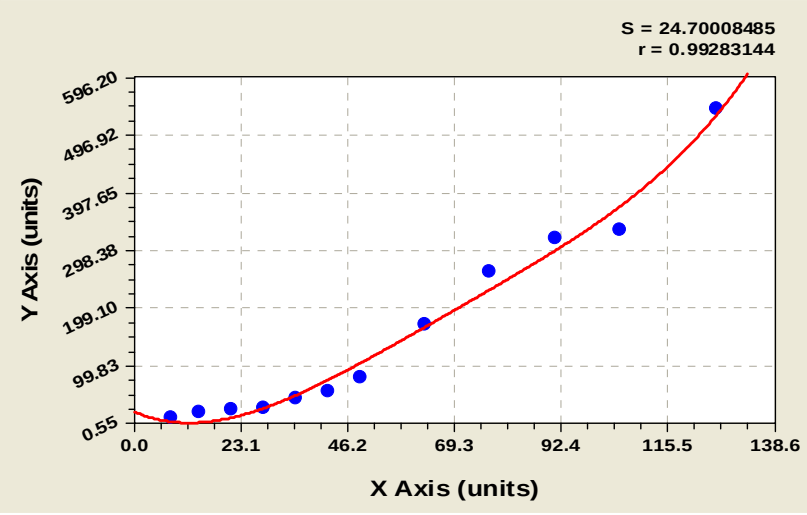

Figura no. 32 - No. ramificaciones promedio del total de las plantas para A. satureioides

En esta figura observamos la alta correlación obtenida, pero con un alto desvío. La misma muestra que tres de sus últimos datos contribuyen a aumentar el desvío.

Total plantas – RAMAS Y RAMIFICACIONES

A partir del SAS obtenemos un modelo de las plantas fijas, que se grafica como los datos observados vs. los datos predecidos de las plantas al azar. Este fue realizado para la suma de los datos ramas + ramificaciones.

El modelo obtenido es el siguiente:

A. satureioides – plantas fijas.- Log (n tallos) = 2,7907 + 0,0352 x (días)

n tallos (estimado) = $e^{2,7907 + 0,0352 \text{ x (días)}}$

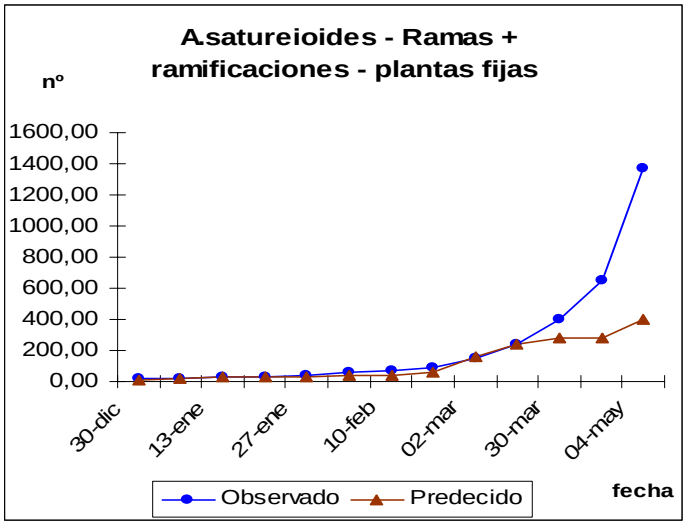

Figura no. 33 - Datos observados vs. Datos predecidos del no. ramas + ramificaciones promedio para A. satureioides

El sesgo obtenido es el siguiente:

Sesgo = ((observados – predecidos) / predecidos)*100

Sesgo = ((3178,45-1612,67)/1612,67)*100 = 97,09 %

La gran diferencia observable se debe al menor no. de ramificaciones que fueron contabilizadas en plantas al azar.

El sesgo también nos afirma la gran diferencia entre datos, siendo que es de 97%, mostrando que realmente son muy grandes las diferencias.

Podemos observar también que en las Figuras de ramificaciones y de ramas + ramificaciones de A. satureioides, obtuvimos mejores correlaciones y desvíos, que los obtenidos en las Figuras de A. flaccida.

4.2.2.3 Achyrocline flaccida vs. Achyrocline satureioides

Por último se realiza la comparación del crecimiento obtenido entre especies. Estas pueden observarse en la figura siguiente:

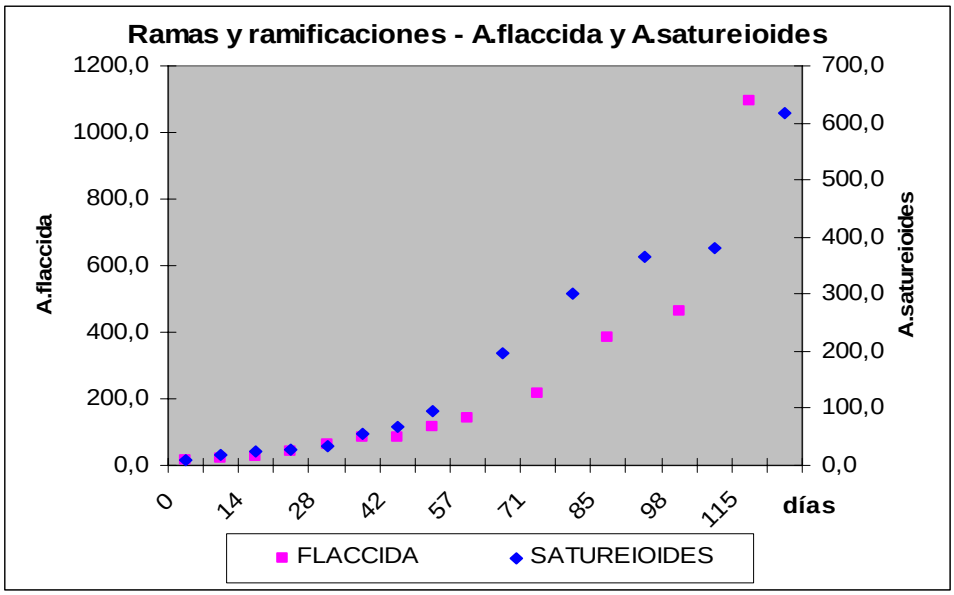

Figura no. 34 - Ramas + ramificaciones de A. flaccida y A. satureioides

Mostramos juntas ambas especies, sólo para que pueda verse su diferencia en crecimiento. Con la prueba de Tukey del SAS, podemos observar si tenemos diferencias significativas entre las especies.

Tabla no. 5 - Resultados de la prueba de Tukey de A. flaccida y A. satureioides, del total de plantas.

R-cuadrado	Coef. Var.	Error	X Ramas + ram.
0,947509	6,680315	0,300036	4,491338

Tabla no. 6 - Resultados de la prueba de Tukey de A. flaccida y A. satureioides, del total de plantas.

PARAMETROS		Estimado	Error standard	Valor t	Pr > |t|
SPP	Fla	2,93102206	0,10095075	29,03	< 0,0001
SPP	Sat	2,71639412	0,09847866	27,58	< 0,0001
DÍAS (SPP)	Fla	0,03491784	0,00171167	20,4	< 0,0001
DÍAS (SPP)	Sat	0,03278386	0,00155776	21,05	< 0,0001

A. flaccida.- Log (n tallos) = 2,9310 + 0,034918 x (días)
n tallos (estimado) = e $^{2,931 + 0,035 \text{ x (días)}}$

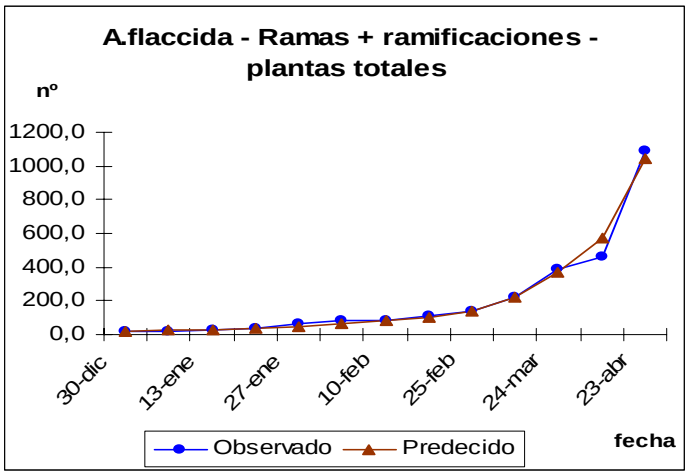

Figura no. 35 - Ramas + ramificaciones de A. flaccida

A. satureioides – Log (n tallos) = 2,7164 + 0,032784 x (días)
n tallos (estimado) = e $^{2,716 + 0,033 \text{ x (días)}}$

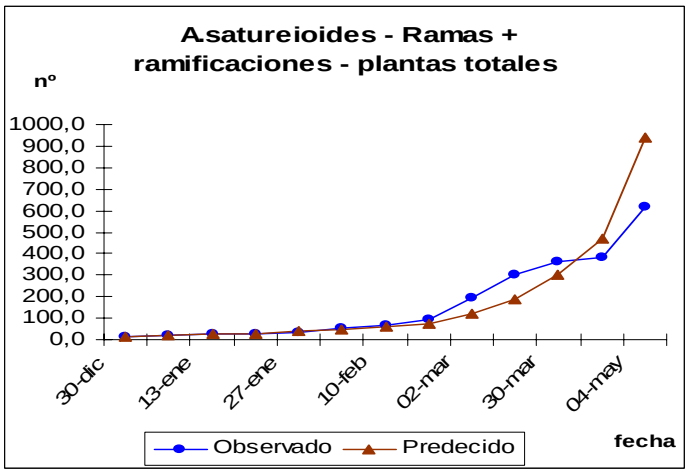

Figura no. 36 - Ramas + ramificaciones de A. satureioides

Como podemos observar en ambos cuadros, la correlación es de un 94,7% y la prueba de Tukey nos muestra por los valores de < 0,0001; que existen diferencias significativas entre especies; en el crecimiento de ramas y ramificaciones en su totalidad, como en los valores que se obtienen en la medida (día).

El modelo es mejor predictivo en el caso de A. flaccida que el de A. satureioides, ya que en A. satureioides se obtuvieron en la realidad un menor número de tallos que el que predice el modelo.
Esto podría mostrarnos que A. flaccida la curva de crecimiento siguió el crecimiento esperado, mientras que en A. satureioides tuvo menor número de tallos del que debería tener continuando el crecimiento.

Como hablamos de la totalidad de los datos, lo comentado en las medidas hechas al azar, donde el sesgo dio el resultado de 97%, es lo que estaría marcando la diferencia que tendríamos que esperar.

Así como podemos suponer que como A. satureioides no presentó floración, esto también pudo influir en tener menor número de ramificaciones de las esperadas.

4.3 DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y MATERIA VERDE EN TRES MOMENTOS DE CORTE Y DOS ALTURAS DE CORTE

Como ya fuera comentado en Materiales y Métodos la especie A. satureioides no presentó floración, por lo cual los resultados siguientes son sólo para A. flaccida.

Tabla no. 7 – MV, MS y proporción de flores y tallos según corte

	MV (grs.)	MS (grs.)	% de MS	MS flores	MS tallos
1	2392	730	30,5	320	410
2	1484	505	34,03	318	187
3	1811	876	48,37	456	420
4	1638	801	48,9	544	257
5	2486	1125	45,25	554	571
6	1760	859	48,8	565	294
1'	1695	680	40,12	315	365
2'	1262	588	46,6	315	273

* Total de los datos en Anexo

Estos fueron los momentos de las cosechas:
1 y 2.- Cosecha en prefloración 19-3-04
3 y 4.- Cosecha en plena floración 20-4-04
5 y 6.- Cosecha en post-floración 11-5-04
1' y 2'.- 2ª cosecha en parcelas cosechadas en prefloración 8-6-04

CORTES: 1 - Prefloración y Mecánico (a 15 cm del suelo)
2 - Prefloración y Manual (a 20 cm desde sus ápices)
3 - Plena floración y Mecánico
4 - Plena floración y Manual
5 - Post-floración y Mecánico
6 - Post-floración y Manual
1' - 2º corte en tratamientos Prefloración y Mecánico
2' - 2º corte en tratamientos Prefloración y Manual

Fueron elegidos los cortes de esta manera, para poder ver las diferencias entre un corte más severo, simulando el realizado con cosechadora, donde dejó poco remanente: es el corte llamado "mecánico"; y otro más como el que realizaría un cosechador a mano, sacando desde arriba los 20 cm. y dejando mayor cantidad de tallos remanentes (corte manual).

4.3.1 Materia Verde

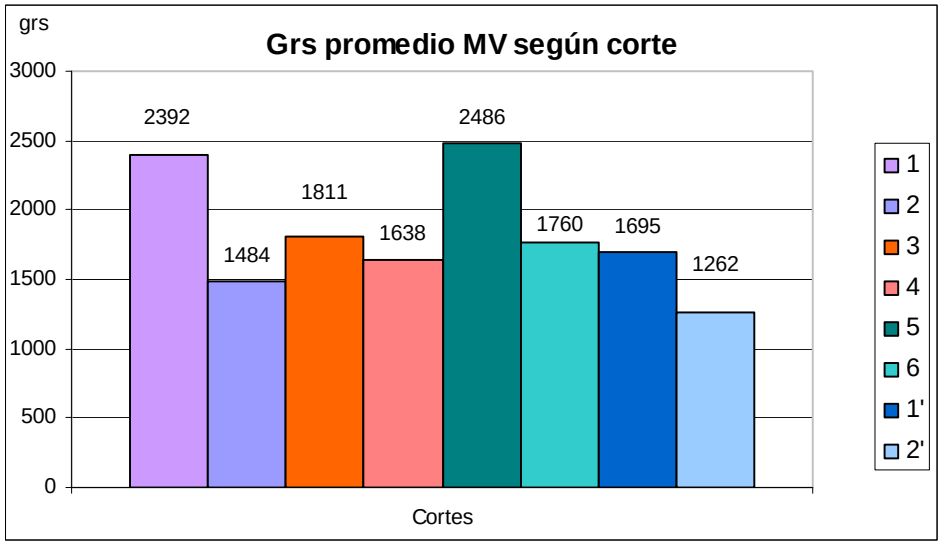

Figura no. 37 – Grs promedio de Materia Verde según corte

Comparando entre sí los cortes manual y mecánico podemos observar que en todos los momentos de corte, el llamado mecánico fue efectivamente más severo que el manual, ya que obtuvimos mayores rendimientos en todos los cortes.

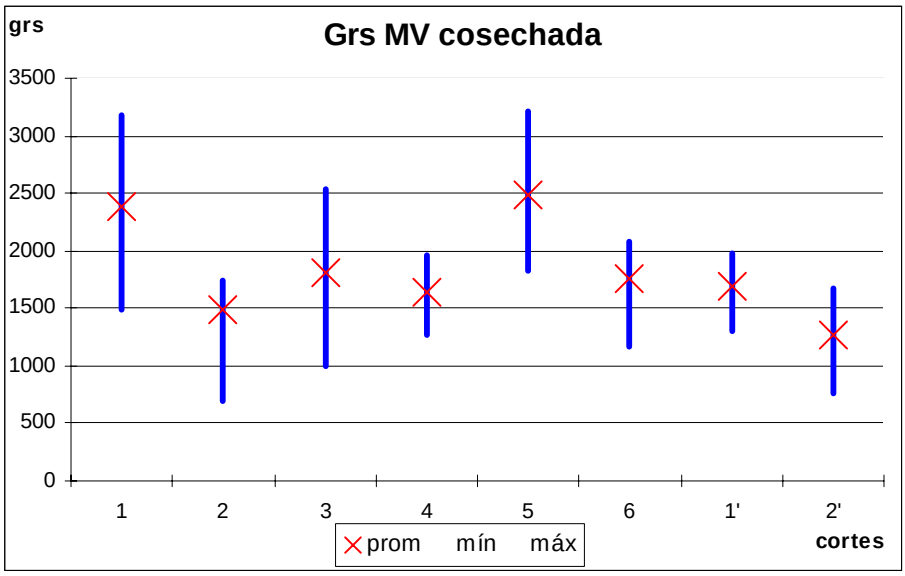

Figura no. 38 – Valores mínimos, máximos y promedio de Materia Verde según corte

La figura no. 38 presenta la variación dentro de cada corte, de las cinco repeticiones que teníamos de cada corte.
Obtenemos mayores variaciones en los cortes bajos de las tres cosechas (prefloración, plena floración y post floración).

Se realiza el análisis estadístico para cosecha, con el siguiente modelo:
Y = media + altura de corte + momento de corte + error

Al mismo se le realiza: análisis de varianza, medias y pruebas de Tukey de comparación de medias

Tabla no. 8 – Análisis de Varianza

R-cuadrado	Coef. Var.	Error	MV promedio
0,422678	25,49906	491,7494	1928,50

Tabla no. 9 – Análisis de Varianza

FUENTE	DF	Tipo IV SS	Cuadrado prom.	Valor F	Pr > F
altcor	1	2721040,833	2721040,833	11,25	0,0026
momcor	2	795365,000	397682,500	1,64	0,2141
altcor*momcor	2	732631,667	366315,833	1,51	0,2401
Error	24	5803620,00	241817,50		
Total corregido	29	10052657,50			

Los resultados de MS de la tabla 9 no presentaron diferencias significativas según altura de corte, ni tampoco por momento de corte.

Media y prueba de comparación de Tukey:

Tabla no. 10 – Media MV por altura corte

Altura corte	Media MV	Pr > |t|
Corte manual	1627,33333	0,0026
Corte mecánico	2229,66667	

Tabla no. 11- Media MV por momento corte

momcor	Media MV	Número Media MV
Plena floración	1724,50	1
Post-floración	2123,00	2
Prefloración	1938,00	3

Tabla no. 12 - Efecto: Momento del corte

i/j	1	2	3
1		0,1871	0,6019
2	0,1871		0,6816
3	0,6019	0,6816	

Según la prueba de Tukey, cuyos resultados están en la tabla 10, el corte en MV no presentó diferencias significativas, según se realice en forma “manual” o “mecánico”.

Analizando por momento de corte en MV, tampoco presentó diferencias significativas, según en que momento este fuese realizado (tabla no. 12).

4.3.2 Materia Seca

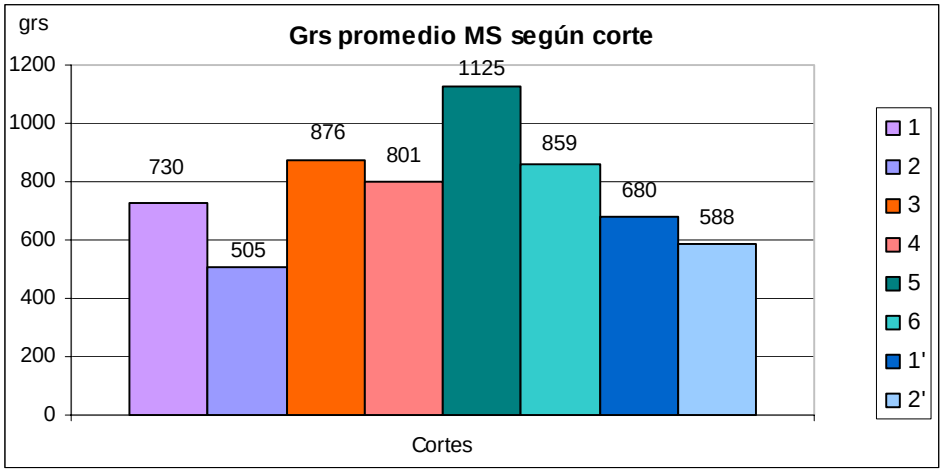

Figura no. 39 - Grs promedio de Materia Seca según corte

La figura no. 39 nos muestra los resultados promedio de la Materia Seca según el corte realizado. La figura no. 40 muestra la variación entre las repeticiones además de los datos promedio.

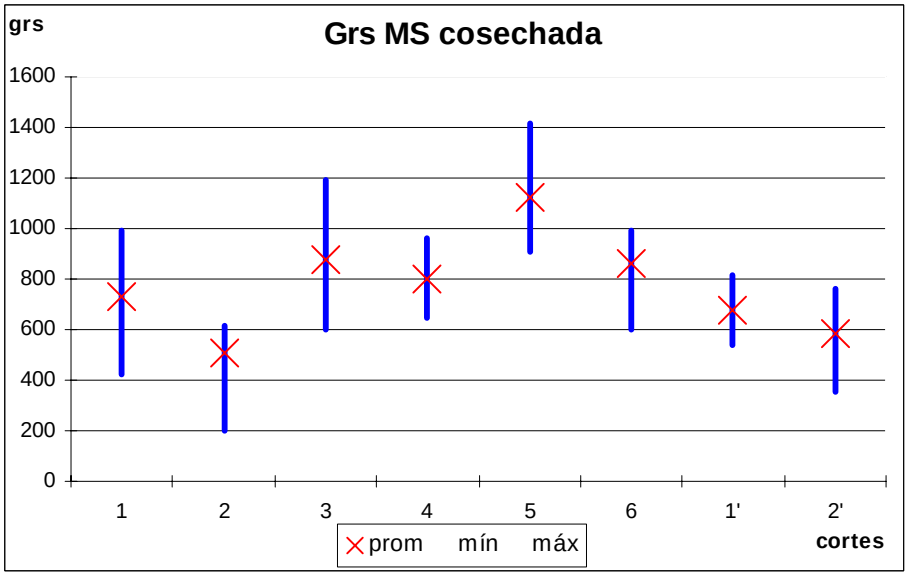

Figura no. 40 – Valores mínimos, máximos y promedio de Materia Seca según corte

Observando las figuras no. 39 y 40, obtuvimos mayor cantidad de MS a medida que se hizo más tardío el corte (post-floración > plena floración > prefloración).

A destacar la diferencia en MV en el corte de prefloración, donde el contenido de agua de la planta fue mayor que en los demás cortes. Puede observarse una diferencia mayor entre MV y MS en las figuras no. 37 y 39.

Este dato también se observa en la Tabla no. 7 con el porcentaje de MS resultante en prefloración en comparación con los demás cortes.

Tabla no. 13 - Análisis de Varianza

R-cuadrado	Coef. Var.	Error	MS promedio
0,607554	31,78970	113,3303	356,50

Tabla no. 14 - Análisis de Varianza

FUENTE	DF	Tipo IV SS	Cuadrado prom.	Valor F	Pr > F
Altcor	1	366307,50	366307,50	28,52	<0,0001
Momcor	2	94640,00	47320,00	3,68	0,0402
altcor*momcor	2	16260,00	8130,00	0,63	0,5396
Error	24	308250,00	12843,75		
Total corregido	29	785457,50			

Como puede observarse de la tabla no. 14, la altura de corte presenta diferencias significativas que podremos verificar con la prueba de Tukey.

Media y prueba de comparación de Tukey

Tabla no. 15 - Media MS por altura corte

Altura corte	Media MS	Pr > |t|
Corte manual	246,00	<0,0001
Corte mecánico	467,00	

Tabla no. 16 - Media MS por momento de corte

momcor	Media MS	Número Media MS
Plena floración	338,50	1
Post-floración	432,50	2
Prefloración	298,50	3

Tabla no. 17 - Efecto: Momento del corte

i/j	1	2	3
1		0,1738	0,7131
2	0,1738		0,0365
3	0,7131	0,0365	

Como puede corroborarse en la tabla no. 15, con la prueba de Tukey, la altura de corte en MS sí presentó diferencias significativas.

Con la tabla no. 17 se corrobora que no se presentaron diferencias significativas, según momento de corte.

4.3.3 Tallos

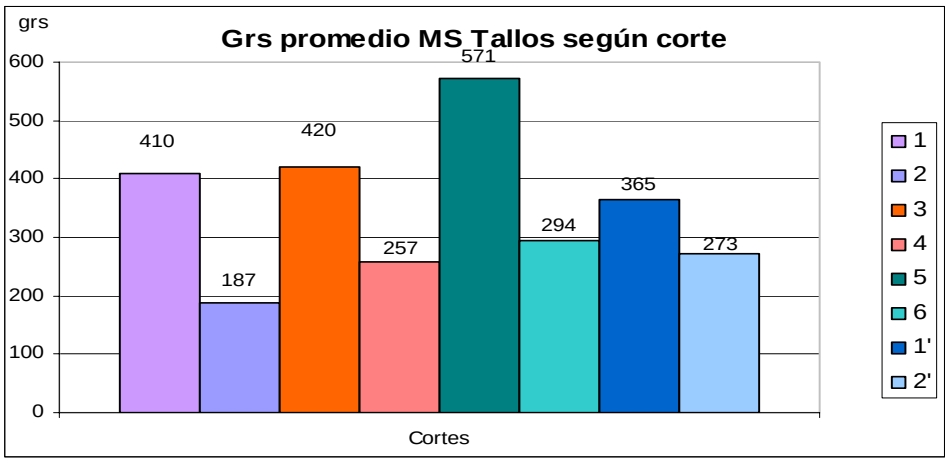

Figura no. 41 - Grs promedio de la proporción de Tallos según corte

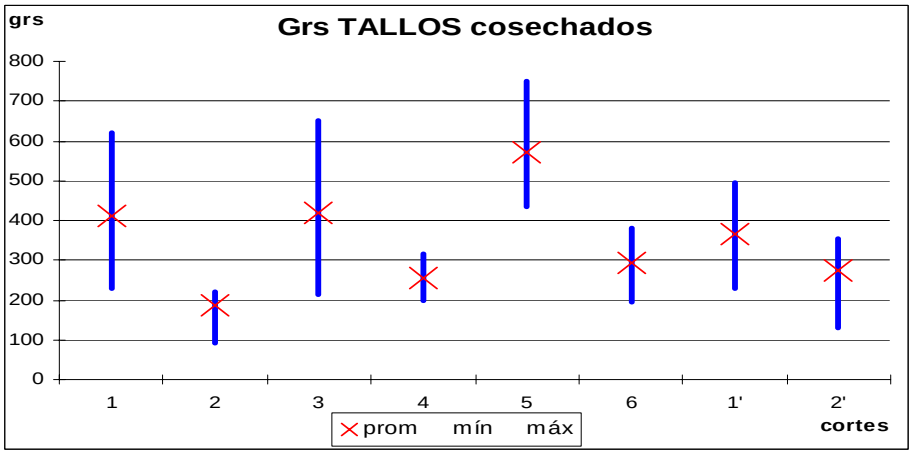

Figura no. 42 – Valores mínimos, máximos y promedio de Tallos según corte

Podemos observar de la figura no. 41, que en los cortes manuales, la MS de tallos fue menor que la MS de flores; mientras que en los cortes mecánicos fue aprox. 1:1. Esto era esperable por lo observado en el momento del corte, ya que el corte mecánico llevaba mucho más tallo que el manual, y el dato del peso muestra que es casi igual su proporción tallos/flores cuando el corte se hace similar al corte con maquinaria.

En la figura no. 42 observamos que los cortes mecánicos presentan una alta variación en los kg de tallos cosechados.

Tabla no. 18 – Análisis de Varianza

R-cuadrado	Coef. Var.	Error	Tallos promedio
0,607554	31,78970	113,3303	356,50

Tabla no. 19 – Análisis de Varianza

FUENTE	DF	Tipo IV SS	Cuadrado prom.	Valor F	Pr > F
altcor	1	366307,50	366307,50	28,52	<0,0001
momcor	2	94640,00	47320,00	3,68	0,0402
altcor*momcor	2	16260,00	8130,00	0,63	0,5396
Error	24	308250,00	12843,75		
Total corregido	29	785457,50			

Podemos observar de la tabla no. 19, que obtuvimos diferencias significativas según alturas de corte.

Media y prueba de comparación de Tukey

Tabla no. 20 - Media Tallos por altura corte

Altura corte	Media Tallos	Pr > |t|
Corte manual	246,00	<0,0001
Corte mecánico	467,00	

Tabla no. 21 - Media Tallos por momento de corte

momcor	Media Tallos	Número Media Tallos
Plena floración	338,50	1
Post-floración	432,50	2
Prefloración	298,50	3

Tabla no. 22 - Efecto: Momento del corte

i/j	1	2	3
1		0,1738	0,7131
2	0,1738		0,0365
3	0,7131	0,0365	

La prueba de Tukey en la tabla no. 20 corroboró que existe diferencia significativa en la altura de corte con los Tallos. Y la tabla no. 22, que no hay diferencia significativa por momento de corte en tallos.

4.3.4 Flores

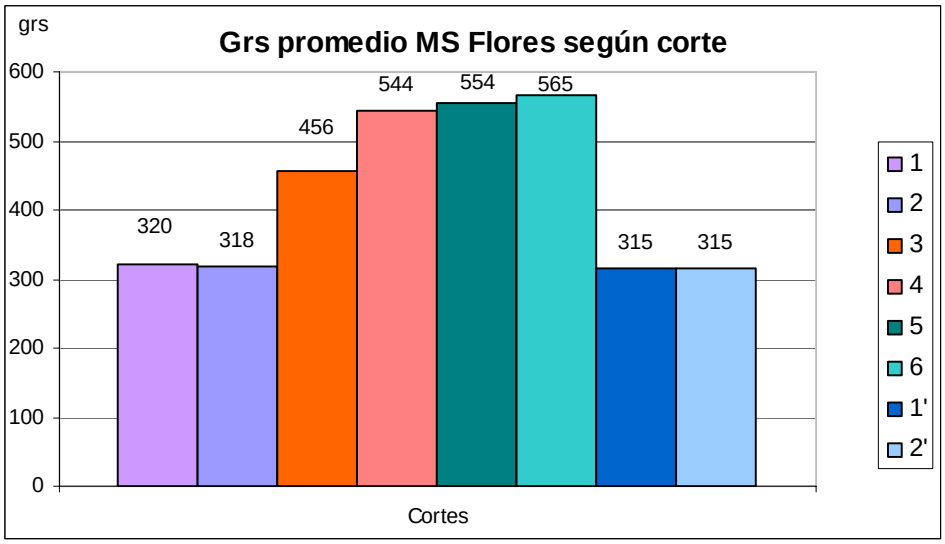

Figura no. 43 - Grs promedio de la proporción de Flores según corte

Se observa que la proporción de Flores es muy similar para ambas alturas de corte; habiendo una pequeña diferencia observable en el corte de plena floración, la cual puede verificarse con las pruebas de Análisis Varianza y de Tukey.

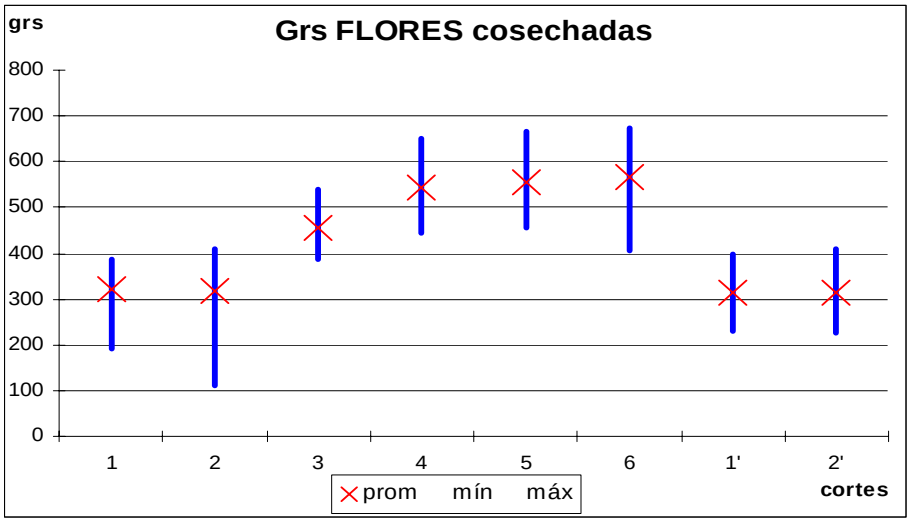

Figura no. 44 – Valores mínimos, máximos y promedio de Flores según corte

Tabla no. 23 – Análisis de Varianza

R-cuadrado	Coef. Var.	Error	Flores promedio
0,620345	20,06872	92,21578	459,50

Tabla no. 24 – Análisis de Varianza

FUENTE	DF	Tipo IV SS	Cuadrado prom.	Valor F	Pr > F
altcor	1	7840,8333	7840,8333	0,92	0,3465
momcor	2	313805,00	156902,50	18,45	<0,0001
altcor*momcor	2	11831,6667	5915,8333	0,70	0,5085
Error	24	204090,00	8503,75		
Total corregido	29	537567,50			

En la tabla no. 24 puede observarse, que el momento de corte en Flores presentó diferencias significativas.

Media y prueba de comparación de Tukey

Tabla no. 25 – Media Flores por altura de corte

Altura corte	Media Flores	Pr > |t|
Corte manual	475,666667	0,3465
Corte mecánico	443,333333	

Tabla no. 26 - Media Flores por momento del corte

Momcor	Media Flores	Número Media Flores
Plena floración	500,00	1
Post-floración	559,50	2
Prefloración	319,00	3

Tabla no. 27 - Efecto: Momento del corte

i/j	1	2	3
1		0,3357	0,0006
2	0,3357		<0,0001
3	0,0006	<0,0001	

Con la prueba de Tukey corroboramos que la altura de corte no presentó diferencias significativas, por lo tanto la diferencia observable en la figura no. 43 del corte en plena floración no fue tampoco significativa.

Podemos corroborar que sí presentan diferencias significativas entre momentos de corte. En la tabla no. 27 podemos observar que donde existieron diferencias significativas, es entre el momento de corte en prefloración y de post-floración.

4.3.5 Parcelas con segundo corte

Como las parcelas elegidas para el corte de prefloración volvieron a brotar y a florecer, es que se decidió hacer un segundo corte de las mismas para poder cuantificar cuanto más de MV, MS, Flores y Tallos nos proporcionan las mismas parcelas.

Aunque no pudo realizarse la validación Estadística de sus resultados, igual elegimos presentar los datos para ver la tendencia que presentaban los mismos.

Tabla no. 28 – MV, MS y proporción de flores y tallos con segundo corte de parcelas de prefloración

	MV (grs.)	MS (grs.)	% de MS	MS flores	MS tallos
1	4087	1410	34,5	635	775
2	2746	1093	39,8	633	460
3	1811	876	48,37	456	420
4	1638	801	48,9	544	257
5	2486	1125	45,25	554	571
6	1760	859	48,8	565	294

1 y 2.- Cosecha en prefloración 19-3-04 + 2ª cosecha 8-6-04
3 y 4.- Cosecha en plena floración 20-4-04
5 y 6.- Cosecha en post-floración 11-5-04

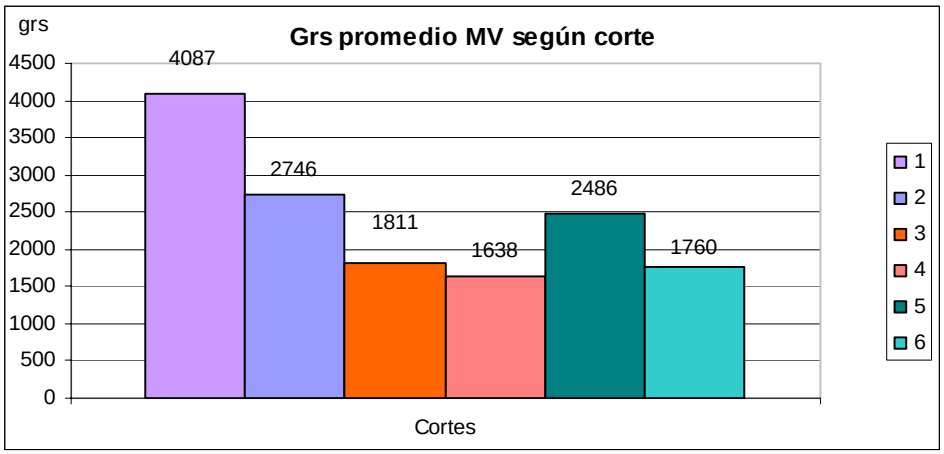

Figura no. 45 – Grs promedio de Materia Verde con 2º corte

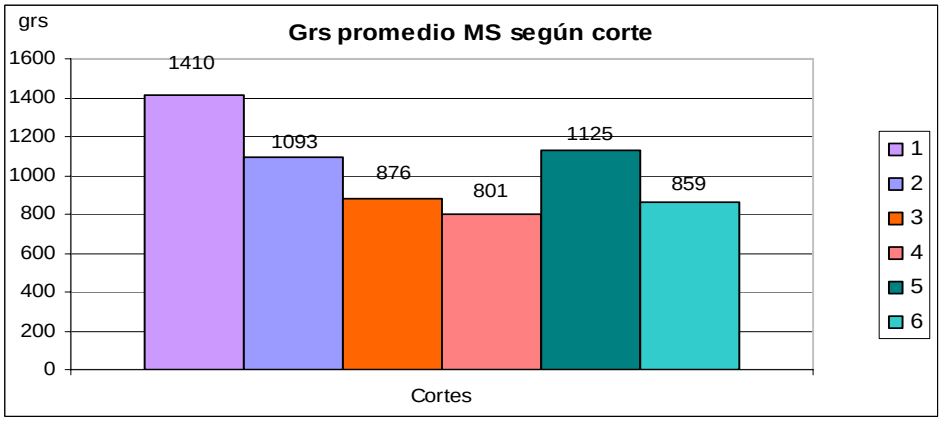

Figura no. 46 – Grs promedio de Materia Seca con 2º corte

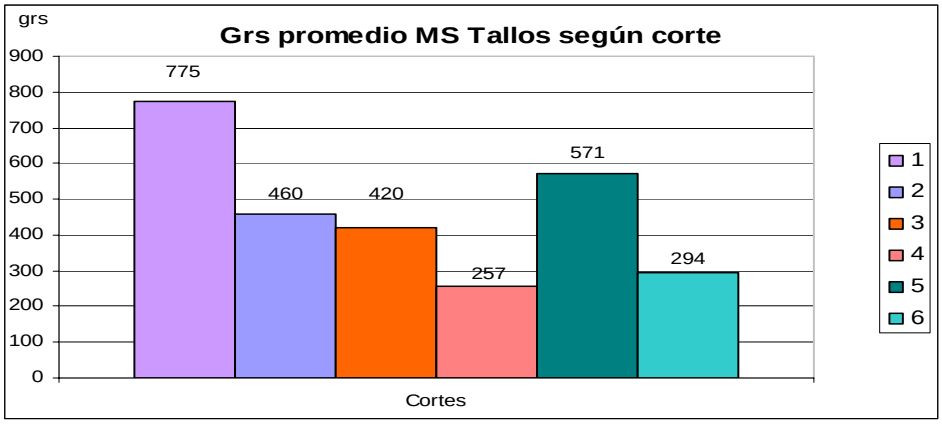

Figura no. 47 – Grs promedio de Tallos con 2º corte

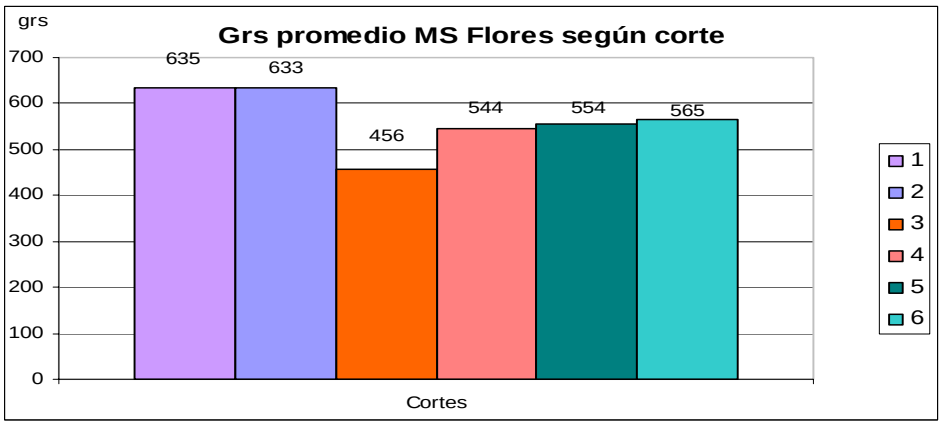

Figura no. 48 – Grs promedio de Flores con 2º corte

Puede observarse de las Figuras anteriores (45 a 48) que en todos los casos como era de esperarse hubo un aumento en los grs cosechados.

Mantiene la tendencia a ser mayor el rendimiento en los cortes mecánicos, en todas las Figuras menos en la de Flores que en apariencia no hay diferencia entre las alturas de corte.

Al no tener la confirmación Estadística no podemos afirmar con toda seguridad que es mejor seleccionar el corte en prefloración ya que no se sabe si estas diferencias son significativas, pero todo parece indicar que este es el mejor corte a realizar, junto con la altura mecánica.

4.4 DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS QUÍMICOS

Fue analizado el aceite esencial de *Achyrocline flaccida,* tomando una muestra de 50-80 g de cada momento y altura de corte, con el método de cromatografía gaseosa, donde podemos observar los resultados de los 20 compuestos químicos que se encuentran en mayor proporción.

Para las mismas muestras se determinó el porcentaje total de rendimiento en aceites esenciales según momento y altura de corte.

Estas fueron las muestras obtenidas de los distintos cortes de Achyrocline Flaccida:

ACEITE ESENCIAL DE ACHYROCLINE FLACCIDA

MUESTRAS

COMPUESTO		1.1 *	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2
α-Pineno	a	59,068	58,293	50,037	26,304	53,637	54,909	52,768	51,34
Camfeno	b	0,708	0,775	0,587	0,35	0,717	0,636	0,599	0,551
β-Pineno	c	1,053	1,176	1,183	0,728	1,216	1,193	1,305	1,425
Mirceno	d	1,135	1,17	0,487	0,426	0,307	0,309	0,442	0,41
α-Terpineno	e	0,31	0,333	0,169	0,136	0,105	0,105	0,111	0,109
p-Cimeno	f	0,177	No int.	0,249	0,172	0,287	0,276	0,168	0,205
1,8-Cineol+Limoneno	g	15,877	15,161	11,959	8,918	11,886	11,641	9,106	9,594
cis-β-Ocimeno	h	3,335	3,256	1,577	1,534	1,176	1,316	2,497	2,049
trans–β–Ocimeno	i	0,31	0,317	0,104	0,128	0,066	0,074	0,181	0,136
γ-Terpineno	j	0,568	0,605	0,44	0,418	0,373	0,372	0,329	0,346
Terpinoleno	k	0,492	0,534	0,327	0,35	0,266	0,248	0,262	0,263
Borneol	l	0,247	0,359	0,238	0,136	0,322	0,243	0,263	0,218
4-Terpineol	m	0,193	0,296	0,194	0,095	0,214	0,179	0,177	0,149
α-Terpineol	n	0,786	1,097	0,618	0,365	0,774	0,518	0,677	0,486
α-Copaeno	o	1,336	1,405	2,251	4,698	2,221	2,208	2,848	2,877
α-Gurjuneno	p	0,07	0,067	0,114	0,341	0,15	No int.	0,119	0,126
β-Cariofileno	q	5,704	5,532	10,424	20,381	9,754	9,581	9,659	11,161
α-Humuleno	r	3,025	3,207	5,358	10,754	5,116	4,481	5,531	5,949
γ-Cadineno	s	0,231	0,262	0,557	1,16	0,518	0,539	0,516	0,569
δ-Cadineno	t	0,832	0,886	1,806	3,832	1,613	1,806	1,717	1,847

Total		95,457	94,731	88,679	81,226	90,718	90,634	89,275	89,81

RENDIMIENTO

masa material veg.(g)		76,0	80,0	56,0	60,0	62,0	49,0	75,0	71,0
vol. aceite puro (ml)		0,55	0,50	0,40	0,25	0,40	0,20	0,50	0,40
% Rendimiento		0,72	0,63	0,71	0,42	0,65	0,41	0,70	0,56

Momento corte		1	1	2	2	3	3	4	4
	*	Pre flor	Pre flor	Plena Flor	Plena Flor	Post Flor	Post Flor	2ºcorte Pre	2ºcorte Pre
Altura corte		1	2	1	2	1	2	1	2
		bajo	alto	bajo	alto	bajo	alto	bajo	alto

Tabla 29 – Los compuestos de los aceites esenciales presentes en mayor cantidad – Achyrocline flaccida

Los resultados fueron los siguientes:

ANALISIS DE VARIANZA

Aceite	Df	Suma Cuadrados	F-value	Pr (>F)
a	1	76,04	0,6727	**0,4435**
b	1	0,011175	0,6136	**0,4632**
c	1	0,006903	0,1441	**0,7173**
d	1	0,00039	0,0027	**0,9605**
e	1	0,000018	0,0017	**0,9683**
f	1	0,0000114	0,0037	**0,954**
g	1	1,544	0,1977	**0,6722**
h	1	0,0231	0,0274	**0,874**
i	1	0.00004	0.000004	**0.9848**
j	1	0,000120	0,0098	**0,9244**
k	1	0,000288	0,02	**0,8923**
l	1	0,0016245	0,3277	**0,5878**
m	1	0,0004351	0,1169	**0,744**
n	1	0,01892	0,3336	**0,5846**
o	1	0,8014	0,6802	**0,4411**
p	1	0,007187	0,8013	**0,4117**
q	1	15,440	0,7017	**0,4343**
r	1	3,593	0,5863	**0,4729**
s	1	0,06266	0,7571	**0,4177**
t	1	0,7218	0,8291	**0,3976**
MV	1	10,12	0,073	**0,7961**
Vol. aceite	1	0,031250	2.5424	**0.1619**
Rend. aceite	1	0,0722	1.460	**0.01476 ***

Tabla 30 – Análisis de Varianza de compuestos aceites esenciales

Se realizó el análisis de varianza con el programa Estadístico “R”; sólo para altura de corte, ya que se necesitan por lo menos tres datos para poder compararlos entre sí, por lo cual se tomaron los cuatro momentos de corte y se comparó altura de corte manual con mecánica.

Como puede observarse de los datos presentados en la tabla 30, no se observan diferencias significativas en ninguno de los compuestos de los aceites esenciales entre la altura de corte.

Tampoco se observan diferencias significativas entre el material vegetal, ni entre el volumen de aceite obtenido.

Si se observaron diferencias significativas, entre el Rendimiento en aceite, lo que quiere decir que su rendimiento varía según altura de corte. Se obtiene en los cortes bajos un mayor porcentaje en aceite, que en los cortes denominados altos.

5. CONCLUSIONES

1. Caracterización de plantas en almácigo y para transplante
   - Existe una variación importante del número de plantas por fila en los almácigos, ya que su muy pequeño tamaño hace difícil su siembra en forma homogénea.
   - El tamaño de las plantas elegido por los transplantadores, para tener una mayor sobrevivencia al momento del transplante, es mayor que el tamaño promedio de los canteros originales.

2. Crecimiento de plantas desde transplante a cosecha
   - Debido al transplante más tardío, la especie *Achyrocline satureioides* no presentó floración; mientras que *Achyrocline flaccida* si pudo florecer en su primer año.
   - En cuanto al crecimiento en Altura: observamos que *Achyrocline flaccida* presenta una curva sigmoide de crecimiento, con lo que llega a una altura máxima. Mientras que *Achyrocline satureioides* tiene un aumento continuo en altura, y no llega a su máximo. Esto último parecería deberse a que no llega a florecer, por lo que continua su crecimiento en forma más lineal.
   - En cuanto al crecimiento del número de Ramas y Ramificaciones, observamos que obtenemos un aumento en número de forma continua y exponencial mientras que fue realizado su conteo, en el período desde transplante hasta la cosecha en ambas especies.
   - Se puede también deducir que el conteo de número de ramificaciones de *Achyrocline satureioides* en las plantas al azar fue menor que en plantas fijas, por el sesgo de 97%. A pesar que la correlación entre datos fijos y aleatorios da 98% (Figura 31 en pág. 63), cuando los datos son graficados con el modelo predictivo, estos nos muestran dos gráficas diferentes, por lo cual se concluye que las plantas medidas al azar fueron de un menor número de ramificaciones que las fijas.
   - En esta especie con alto número de ramificaciones finales complica mucho el conteo de las mismas, por lo que recomendamos no realizarla, siendo que con el número de ramas podemos observar su crecimiento exponencial, sin necesidad de complicarnos con un conteo de todas sus ramificaciones.

3. Rendimiento en Materia Seca
   - En primer lugar, ninguno de los rendimientos pueden compararse entre especies, debido a que no fue cosechada *Achyrocline satureioides*, ya que como fuera comentado antes, la misma no presentó floración.

- El corte mecánico presentó diferencias significativas con el corte manual en Rendimiento en Materia Seca, diferencia que no se observaba en Materia Verde; por lo cual se deduce que es conveniente por su mayor Rendimiento, realizar el corte mecánico, que es a 15 cm desde el suelo.
- En cuanto a los momentos de corte no presentó diferencias significativas, por lo cual por su Rendimiento en MS no elegiríamos ningún momento de corte.

4. Rendimiento en el peso de los Tallos
- En cuanto a la altura de corte, existieron diferencias significativas, por lo que se recomienda de nuevo el corte mecánico por obtener mayor cantidad de Tallos en el mismo.
- No existieron diferencias significativas en los grs de Tallos cosechados en función del momento de corte, por lo que seguimos sin elegir por momento.

5. Rendimiento en el peso de las Flores
- En este caso la altura de corte no presentó diferencias significativas, por lo que para el Rendimiento en Flores es indiferente la altura de corte.
- En cuanto al momento de corte sí obtenemos diferencias entre el corte de prefloración y el de post-floración, teniendo un mayor peso en el último momento de corte; con este resultado seleccionaríamos al momento de post-floración por un mayor Rendimiento en Flores.

6. Rendimiento del segundo corte de las parcelas de pre-floración
- En primero lugar, hay que aclarar que estos datos no tuvieron análisis estadístico por lo cual no están validados adecuadamente.
- En cuanto a la altura de corte sigue la misma tendencia que veníamos viendo, por lo cual seguiríamos eligiendo el corte mecánico.
- Los resultados muestran una tendencia a seleccionar el momento de prefloración (sumando los dos cortes) como el mejor momento de corte por la aparente mayor cantidad de MS, MV, Tallos y Flores. Lo importante aquí es que revertiría la selección del momento de post-floración como el mejor en Flores, para elegir entonces al de prefloración por presentar mayor peso en Flores. Aunque vuelvo a reiterar no tiene validación estadística por lo cual no puede afirmarse en forma concluyente. Es el dato que quedó en el “debe” para analizarlo en forma más correcta.

7. Rendimiento de los compuestos químicos de los aceites esenciales
- Se comparó sólo entre alturas de corte, ya que se necesita un mínimo de tres registros para poder compararlos; por lo cual para un siguiente

análisis de aceite esencial de Marcela, se debe elegir otra altura de corte para poder así comparar entre sus momentos de corte.

- Como no obtuvimos diferencias significativas entre los compuestos de los aceites esenciales, así como tampoco en volumen de aceite esencial, por estos resultados no vamos a variar la elección de la altura de corte, que como ya vimos nos conviene la de corte mecánico.
- El único resultado con diferencia significativa fue en el Rendimiento de aceites esenciales, cuyos porcentajes fueron mayores con los cortes mecánicos, por lo que afirmaría la elección del corte mecánico.
- Por último, los datos fueron tomados con estos seis tratamientos, para que a la zafra siguiente se pudiesen medir sus interacciones y ver que interacción momento-altura de corte era el más conveniente.
  En un próximo estudio debería evaluarse dos años consecutivos, para así poder concluir, si el follaje remanente es suficiente para un buen rendimiento al año siguiente. Sobretodo si la selección fuese cortar en prefloración y corte mecánico que serían juntos los más extractivos.

6. RESUMEN

La presente tesis es la primera sobre Hierbas Medicinales y también Aromáticas en el Uruguay. Fueron evaluadas dos especies de “Marcela” (*Achyrocline satureioides* y *Achyrocline flaccida)*, por las siguientes razones: Disminución de lesiones después de un infarto cerebral, logrados por la quercetina, un compuesto de la Marcela, que administrada a la media hora de producido el infarto, disminuye un 56% las lesiones causadas por este accidente vascular. Así como también, otros extractos de la Marcela demostraron sus propiedades antioxidantes, utilizándose para la prevención del envejecimiento natural de la piel, y para el cuidado frente a los efectos dañinos de la radiación ultravioleta. Sus objetivos fueron ampliar la información disponible a nivel agronómico sobre la evaluación del crecimiento de las plantas; y del rendimiento en Materia Verde y Materia Seca según momento y altura de corte de las especies anteriormente nombradas. También se incluyó una determinación de los compuestos químicos de los aceites esenciales. Como conclusiones generales, se obtiene a que es más conveniente extraer mayor cantidad de Materia Seca, con un corte mecánico a 15 cm del suelo, por sus diferencias significativas en Rendimiento en Materia Seca, así como en Tallos y Flores. En cuanto a los momentos de corte sólo hubieron diferencias significativas para la proporción de Flores, en cuyo caso la post-floración dio el mejor resultado. Con los aceites esenciales se obtuvieron diferencias significativas sólo en Rendimiento, siguiendo a favor del corte mecánico. Para un trabajo siguiente se sugiere evaluar dos años consecutivos, para saber si el follaje remanente es suficiente para lograr cosecha al año siguiente.

Palabras clave: plantas fijas y al azar; momento y altura de corte; ramas y ramificaciones, aceites esenciales.

7. SUMMARY

The present thesis is the first one based on Medicinal herbs and Aromatic plants in Uruguay. There were two species of “Marcela” (*Achyrocline satureioides* y *Achyrocline flaccida*) evaluated, for the following reasons: It Diminishes the injuries after a brain stroke, obtained by the quercetina, a compound of Marcela, that being administrated to half an hour of produced the stroke, it lowers a 56 % the injuries caused by this vascular accident. As well as other extracts of the Marcela, demonstrated their antioxidant properties, being used for the prevention of natural skin aging, and for skin care upon the harmful effects of the ultraviolet radiation. Their objectives were to extend the available information about the evaluation on the growth of plants; and of the yield in green and dry matter depending on the moment and height of cut of the species previously named, on the agronomic level. There was also included a determination on the chemical compounds of the essential oils. As general conclusions, it is obtained that it is more convenient to extract greater amount of dry matter, with a mechanical cut 15 cms from the ground, because of the significant differences on the yield of dry matter, as well as in stems and flowers. As far as the moments of cut, there were only significant differences on the proportion of the flowers, in which case the post-flowering gave the best result. With essential oils, significant differences were obtained only in yield, following the mechanical cut. For a following work, it’s suggested to continue the evaluation for a period of two years consecutive, so as to know if the surplus foliage is sufficient in order to obtain harvest the following year.

Key words: stationary and at random plants; moment and height of cut; branches and ramifications; essential oils.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ARREDONDO, M. F. ; BLASINA, F.; ECHEVERRY, C.; MORQUIO, A.; FERREIRA, M.; ABIN-CARRIQUIRY, J. A.; LAFON, L.; DAJAS, F. 2004. Cytoprotection by *Achyrocline satureioides* (Lam) D.C. and some of its main flavonoids against oxidative stress. (en línea). Journal of Ethnopharmacology. 91(1): 13-20. Consultado 18 ago.2006. Disponible en http://www.sciencedirect.com/science

2. BOHLMANN, F.; ABRAHAM, W.-R.; ROBINSON, H.; KING, R. M. 1980. A new labdane derivative and geranyphloroglucinols from Achyrocline alata. Phytochemistry. 19: 2475-2477.

3. BROUSSALIS, A. M.; FERRARO, G. E.; GURNI, A. A.; COUSSIO, J. D. 1989. Aspectos fitoquímicos de especies argentinas del género Achyrocline. Acta Farmacéutica Bonaerense. 8 (1): 11-16.

4. CABRERA, A. L. 1978. Flora de la provincia de Jujuy. Buenos Aires, INTA. pp. 268-273.

5. DAVIES, P. 1993. An advance on the propagation of Achyrocline satureioides (Lam.) D.C. (Compositae). Acta Horticulturae. no. 331: 237-243.

6. _____. 1994. Experimentation on the cultivation of *Achyrocline flaccida* (Weinm.) DC. and *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. in Uruguay. Acta Horticulturae no. 502: 59-66. Consultado 18 ago.2006. Disponible en http://www.actahort.org

7. _____. 2004a. Caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales. In: Estudios de domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas. Montevideo, INIA. pp. 159-168 (FPTA no. 11).

8. _____. 2004b. Estudio comparativo de compuestos polifenólicos, actividad citoprotectora y antioxidante en especies autóctonas del género Achyrocline. In: Estudios de domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas. Montevideo, INIA. pp. 169-178 (FPTA no. 11).

9. _____. 2004c. Evaluación económica de las hierbas aromáticas.

Achyrocline satureioides y Achyrocline flaccida. In: Estudios de domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas. Montevideo, INIA. pp. 121-126 (FPTA no. 11).

10. _____. 2004d. Ficha técnica de cultivo; Marcela. In: Estudios de domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas. Montevideo, INIA. pp. 39-47 (FPTA no. 11).

11. _____. 2004e. La marcela; revisión de bibliografía. In: Estudios de domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas. Montevideo, INIA. pp. 193-199 (FPTA no. 11).

12. DELLACASSA, E.; FERREIRA, F.; MENÉNDEZ, P.; MOYNA, P.; ROSSINI, C.; SOULE, S.; VAZ, R.; VÁZQUEZ, A.; ALONSO PAZ, E. 1993. Diferencias varietales en los flavonoides de Achyrocline satureioides (Lam.) DC. In: Congreso de la Federación de Farmacéutica Sudamericana (1º, 1993, Montevideo). Resúmenes. Montevideo, Asociación de Química y Farmacia del Uruguay. p.128.

13. DEL RÍO HIJAS, Ma. E. 1990. El uso de las plantas medicinales en los distintos métodos terapéuticos. Madrid, s.e. pp. 399-407.

14. GIANGUALANI, R. N. s.f. Las especies argentinas del Género Achyrocline. s.n.t. pp. 549-576.

15. GUGLIUCCI, A.; MENINI, T. 2002. Three different pathways for human LDL oxidation are inhibited in vitro by water extracts of the medicinal herb *Achyrocline satureioides.* (en línea). Life Sciences. 71(6): 693-705. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en http:// http://www.sciencedirect.com/science.

16. GUPTA, M. P. 1987. 270 Plantas medicinales iberoamericanas. Panamá, CYTED. pp. 55-56.

17. KADARIÁN, C.; BROUSSALIS, A. M.; MIÑO, J.; LÓPEZ, P.; GORZALCZANY, S.; FERRARO, G.; ACEVEDO, C. 2002. Hepatoprotective activity of *Achyrocline satureioides* (Lam) D. C. (en línea). Pharmacological Research. 45 (1): 57-61.

18. KUBECZKA, K. H. 1985. Progress in isolation techniques for essential oil constituents. In: Internacional Symposium on Essential Oils

(1984, Noordwijkerhout). Essential oils and aromatic plants. Dordrecht, Nijhoff and Junk. pp. 107-110.

19. MELILLO DE MAGALHAES, P. 2000. Agrotecnología para el cultivo de marcela o macela. In: Fundamentos de agrotecnología de plantas medicinales iberoamericanas. Panamá, CYTED. pp. 80-86.

20. MUÑOZ LÓPEZ DE BUSTAMANTE, F. 1993. Plantas medicinales y aromáticas; estudio, cultivo y procesado. Madrid, Mundi-Prensa. pp. 15-21.

21. ONDINA LABUCKAS, D.; MODESTO MAESTRI, D.; GROSSO, N. R.; ZYGADLO, J. A. 1999. Essential oils of Achyrocline satureioides, Achyrocline alata and Achyrocline tomentosa. Planta Médica. 65: 184-186.

22. POLYDORO, M.; DE SOUZA, K.C.B.; ANDRADES, M.E.; DA SILVA, E.G.; BONATTO, F.; HEYDRICH, J.; DAL-PIZZOL, F.; SCHAPOVAL, E.E.S.; BASSANI, V.L.; MOREIRA, J.C.F. 2003. Antioxidant, a pro-oxidant and citotoxic effects of Achyrocline Satureioides extracts. (en línea). Life Sciences. 74 (23): 2815-2826. Consultado 8 set. 2006. Disponible en http://www.sciencedirect.com.

23. RIVERA, E.F.; GERVAZ, C.; SERE, C.; DAJAS, F. 2004. Toxicological studies of the aqueous extract from *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC (Marcela). (en línea). Journal of Ethnopharmacology. 95 (2-3): 359-362. Consultado 9 set. 2006. Disponible en http://www.sciencedirect.com.

24. SCHILCHER, H. 1985. Effects and side-effects of essential oils. In: Internacional Symposium on Essential Oils (1984, Noordwijkerhout). Essential oils and aromatic plants. Dordrecht, Nijhoff and Junk. pp. 217-231.

25. SCHMAUS, G.; KUBECZKA, K. H. 1985. The influence of isolation conditions on the composition of essential iols containing linalool and linalyl acetate. In: Internacional Symposium on Essential Oils (1984, Noordwijkerhout). Essential oils and aromatic plants. Dordrecht, Nijhoff and Junk. pp. 127-133.

26. TOURSARKISSIAN, M. s.f. Plantas medicinales de la Argentina;

Compositae. s.n.t. pp. 24-25.

27. VECCHIO, G.; MOSCATELLI, V.; CASTRO, J. L.; FERRARO, G.; ACEVEDO, C. s.f. Efectos de “Marcela” sobre la presión arterial y la frecuencia cardíaca de rata. Buenos Aires, UBA. Facultad de Farmacia y Bioquímica. s.p.

9. ANEXOS

Tabla no. 1 - no. plantas por fila (cantero para transplante)

no.	A. flaccida	A. satureioides
1	84	140
2	94	134
3	69	182
4	87	114
5	58	65
6	83	81
7	71	78
8	124	70
9	52	165
10	50	76
11	29	117
12	37	100
13	59	126
14	42	89
15	140	37
Promedio	71,93	104,93

Tabla no. 2 - Tamaño plantas cantero original - A. FLACCIDA

no. planta	largo tallos	largo raíces	no. tallos (>2cm)
1	12,8	16,4	6
2	11,9	13,2	1
3	15,7	17,0	4
4	11,1	16,8	5
5	8,1	7,9	1
6	9,8	12,0	1
7	14,5	11,5	1
8	13,9	18,4	5
9	8,3	14,1	1
10	11,3	18,6	5
11	13,8	21,0	3
12	10,3	13,0	1
13	12,5	12,2	3
14	10,8	13,2	1
15	12,8	10,0	1
16	13,7	10,4	2
17	13,6	11,6	4
18	7,1	14,8	3
19	11,0	11,4	3
20	9,4	11,6	2
21	8,7	7,4	1
22	11,8	14,3	3
23	12,5	16,5	5
24	10,0	8,0	1
25	9,0	11,8	1
26	13,9	15,6	5
27	8,1	9,0	1
28	10,3	13,0	3
29	4,4	5,6	1
30	12,4	12,7	4
Promedio	**11,1**	**13,0**	**2,6**

Tabla no. 3 - Tamaño plantas cantero original - A. SATUREIOIDES

no. planta	largo tallos	largo raíces	no. tallos (>2cm)
1	17,2	12,6	6
2	12,2	8,2	1
3	15,8	9,4	4
4	12,7	13,6	1
5	8,4	11,0	1
6	16,7	15,9	7
7	7,5	11,0	1
8	14,6	10,0	9
9	10,7	16,5	11
10	15,3	10,2	4
11	4,4	11,0	1
12	15,6	16,9	9
13	4,4	10,3	1
14	15,9	15,3	8
15	15,0	16,9	8
16	11,3	13,6	4
17	14,1	12,6	5
18	8,4	10,4	1
19	11,0	12,6	3
20	13,3	15,8	5
21	10,0	10,1	2
22	14,1	14,3	9
23	7,3	13,3	1
24	12,1	10,7	5
25	9,9	11,3	2
26	10,8	12,1	1
27	6,5	7,0	1
28	12,1	7,3	4
29	9,3	7,4	1
30	6,9	6,3	1
Promedio	**11,5**	**11,8**	**3,9**

Tabla no. 4 - Tamaño plantas aptas para transplante - A. FLACCIDA

no. planta	largo tallos	largo raíces	no. tallos (>2cm)
1	14,2	9,6	2
2	15,6	16,0	5
3	16,0	9,0	4
4	12,0	10,5	1
5	12,0	13,7	1
6	12,8	15,5	2
7	12,6	12,2	1
8	13,2	9,4	5
9	11,0	9,5	1
10	11,5	11,7	1
11	14,8	15,0	4
12	12,5	14,5	5
13	13,4	15,8	2
14	10,6	15,8	5
15	12,0	15,5	3
16	12,7	13,6	1
17	14,6	12,0	1
18	13,2	12,0	1
19	11,8	9,4	1
20	16,6	12,4	1
21	13,6	13,1	2
22	12,2	12,7	1
23	11,8	11,5	1
24	15,8	10,5	3
25	14,5	9,4	2
26	13,2	11,0	1
27	14,5	11,0	3
28	13,5	10,7	1
29	12,5	9,0	1
30	15,0	9,8	4
Promedio	**13,3**	**12,1**	**2,2**

Tabla no. 5 - Tamaño plantas aptas para transplante - A. SATUREIOIDES

no. planta	largo tallos	largo raíces	no. tallos (>2cm)
1	14,5	16,4	7
2	10,8	11,8	5
3	8,2	11,8	1
4	12,1	14,8	9
5	12,7	14,5	4
6	13,1	9,6	4
7	10,7	12,2	5
8	12,2	10,3	1
9	12,7	15,7	5
10	11,8	12,9	6
11	12,4	9,8	5
12	9,5	9,2	4
13	12,0	14,0	8
14	12,4	16,0	9
15	11,0	15,6	4
16	9,6	12,7	1
17	15,9	12,0	5
18	17,0	20,3	9
19	14,5	14,0	10
20	17,1	14,1	6
21	13,5	10,4	8
22	12,0	15,9	13
23	14,6	10,5	5
24	13,8	13,0	4
25	14,5	13,3	6
26	11,1	15,6	5
27	10,4	10,8	4
28	11,8	9,5	6
29	10,9	18,7	1
30	10,2	9,5	3
Promedio	**12,4**	**13,2**	**5,4**

Tabla no. 6

ACHYROCLINE FLACCIDA - Plantas Fijas - Altura en cm

												1er. corte 19/3		2do. corte 20/4
no.	**bloque**	**30-dic**	**07-ene**	**13-ene**	**20-ene**	**27-ene**	**03-feb**	**10-feb**	**17-feb**	**25-feb**	**10-mar**	**24-mar**	**06-abr**	**23-abr**
1	1A	20,7	22,3	21,8	22,3	22,3	21,8	25,2	32,8	33,2	44,1			
2	2A	13,8	14,5	14,2	13,6	14,1	13,8	13,5	18,6	30,3	36,4			
3	3A	14,7	16,6	17,0	16,2	16,9	18,9	23,5	30,8	42,0	54,2	64,8	71,0	
4	4A	18,5	18,3	19,4	19,4	19,5	18,2	21,3	27,8	39,4	43,5	47,8	48,6	
5	5A	16,4	17,0	17,1	17,9	16,5	17,8	20,9	26,1	38,0	50,3	66,5	72,0	67,5
6	6A	17,0	17,4	20,6	23,4	22,8	24,8	28,1	30,4	40,7	47,1	59,5	66,8	70,9
7	4B	16,5	17,2	19,6	25,1	26,4	28,2	26,7	30,1	47,9	56,4	64,1	60,8	
8	5B	17,0	18,5	19,8	20,8	23,9	19,5	22,5	27,5	43,1	55,6	51,7	55,6	54,9
9	1B	15,5	13,6	15,4	15,4	14,7	14,9	14,5	17,8	34,7	41,1			
10	3B	15,6	14,3	16,7	17,7	18,5	18,9	20,6	23,7	33,8	46,7	49,1	53,7	
11	6B	19,5	19,3	23,4	26,9	28,6	33,0	36,5	45,6	55,7	62,4	60,2	62,4	64,0
12	2B	15,9	15,8	16,2	17,5	16,9	17,4	20,7	25,0	35,0	48,0			
13	3C	19,4	18,6	20,3	18,7	21,0	20,5	22,0	28,8	50,0	52,5	72,4	74,6	
14	2C	17,8	17,8	20,1	22,6	22,6	27,3	32,8	40,3	48,9	55,7			
15	4C	19,0	20,6	23,3	27,3	28,7	33,1	35,8	40,1	46,3	64,3	70,1	72,7	
	promedio	**17,2**	**17,5**	**19,0**	**20,3**	**20,9**	**21,9**	**24,3**	**29,7**	**41,3**	**50,6**	**60,6**	**63,8**	**64,3**
	alt^	**11,7**	**14,3**	**16,6**	**19,5**	**22,8**	**26,3**	**30,2**	**34,3**	**39,1**	**47,6**	**55,6**	**62,0**	**68,8**
	días	**0**	**8**	**14**	**21**	**28**	**35**	**42**	**49**	**57**	**71**	**85**	**98**	**115**

Tabla no. 7

ACHYROCLINE FLACCIDA - Plantas al azar - Altura en cm

bloque	no.	30-dic	07-ene	13-ene	20-ene	27-ene	03-feb	10-feb	17-feb	25-feb	10-mar	1er. corte 19/3 24-mar	06-abr	2do. corte 20/4 23-abr
5C	16	14,3	18,8	17,0	25,2	18,4	19,6	22,9	24,5	31,1	46,9	62,3	77,0	77,5
1C	17	16,3	18,5	18,2	21,5	26,2	24,4	20,4	31,6	36,8	51,0			
6C	18	18,5	14,5	18,5	25,6	18,3	28,1	23,6	32,9	35,1	52,8	58,2	65,3	67,4
4D	19	20,6	14,4	23,3	25,1	25,8	27,6	22,9	34,1	46,9	44,2	65,6	64,9	
3D	20	16,4	18,3	16,9	20,6	16,3	22,4	19,5	24,2	38,2	51,2	62,5	71,8	
5D	21	16,3	18,2	23,6	18,8	24,5	36,7	25,6	50,1	41,4	52,3	57,6	58,0	57,3
2D	22	17,9	20,5	19,8	27,4	26,7	33,4	37,0	45,0	51,8	58,6			
6D	23	20,9	15,9	29,5	22,7	22,4	20,4	33,5	26,5	43,3	67,0	62,1	89,0	69,0
1D	24	18,2	16,4	23,2	19,1	25,8	23,0	24,4	33,0	41,5	69,5			
6E	25	17,7	16,7	20,9	27,2	28,8	32,6	33,3	43,1	43,1	57,1	63,1	70,1	65,2
3E	26	15,2	16,1	22,9	18,3	22,0	24,6	25,0	39,8	48,0	52,0	57,8	68,0	
2E	27	13,7	16,2	18,4	17,2	18,9	28,9	27,9	37,1	43,9	44,9			
5E	28	17,3	17,7	21,7	19,6	27,7	30,9	30,9	27,3	39,7	53,5	60,7	74,9	71,9
1E	29	12,0	18,5	15,9	31,3	33,0	30,5	16,8	26,2	40,0	46,5			
4E	30	13,6	17,8	16,8	19,2	21,8	22,6	22,2	32,8	38,3	52,0	56,9	59,0	
	Prom.	**16,6**	**17,2**	**20,4**	**22,6**	**23,8**	**27,0**	**25,7**	**33,9**	**41,3**	**53,3**	**60,7**	**69,8**	**68,1**
	alt^	**17,4**	**17,5**	**17,9**	**18,4**	**18,6**	**19,0**	**20,2**	**23,8**	**35,7**	**49,3**	**68,3**	**75,2**	**76,3**

Tabla no. 8

ACHYROCLINE SATUREIOIDES - Plantas Fijas - Altura en cm

bloque	no.	30-dic	07-ene	13-ene	20-ene	27-ene	03-feb	10-feb	17-feb	02-mar	16-mar	30-mar	13-abr	04-may
1A	1	15,3	18,4	18,2	21,4	22,3	22,6	20,6	25,3	20,9	31,3	28,4	33,3	40,9
2A	2	14,1	14,3	14,3	16,6	17,5	20,4	20,2	22,8	27,0	28,6	34,2	38,3	36,1
3A	3	16,5	17,1	19,1	21,8	21,8	22,9	23,4	24,8	24,7	26,4	27,2	28,4	36,1
4A	4	12,5	14,9	16,5	18,3	19,3	20,3	20,1	20,3	23,8	22,3	23,8	25,6	30,7
5A	5	13,0	14,3	16,8	18,9	19,4	20,2	22,4	24,0	26,7	28,2	29,0	29,7	33,8
6A	6	17,3	17,9	19,7	22,9	22,4	25,2	26,1	28,1	29,9	32,4	31,9	32,2	39,6
4B	7	10,8	11,0	13,5	16,4	16,9	18,4	19,7	20,9	22,1	23,4	23,6	23,7	35,6
5B	8	13,1	15,0	17,0	20,2	19,7	22,1	23,2	24,9	26,8	29,1	30,0	30,2	33,4
1B	9	16,3	18,1	20,1	22,8	23,8	25,5	26,0	25,8	28,7	38,1	37,4	42,7	46,3
3B	10	14,2	13,9	14,8	17,8	19,2	19,8	21,2	25,0	29,3	43,6	47,9	47,3	53,5
6B	11	13,9	14,8	16,5	19,9	19,6	20,9	22,0	24,4	26,2	31,7	33,4	34,4	46,1
2B	12	13,3	14,6	15,8	17,4	19,1	20,4	21,3	22,5	24,6	28,1	29,1	26,4	40,7
3C	13	13,8	15,0	18,2	20,8	21,1	23,1	24,7	28,6	27,0	29,6	31,4	32,1	43,8
2C	14	14,1	15,9	17,6	20,0	20,4	21,5	22,4	23,0	23,0	25,3	26,4	27,4	34,3
4C	15	12,4	14,4	15,8	19,0	19,5	20,7	21,3	22,5	24,4	26,5	25,3	29,7	33,2
	Prom.	**14,0**	**15,3**	**16,9**	**19,6**	**20,1**	**21,6**	**22,3**	**24,2**	**25,7**	**29,6**	**30,6**	**32,1**	**38,9**
	alt^	**14,62**	**16,09**	**17,19**	**18,48**	**19,76**	**21,05**	**22,33**	**23,62**	**26,19**	**28,76**	**31,33**	**33,90**	**37,75**
	días	**0**	**8**	**14**	**21**	**28**	**35**	**42**	**49**	**63**	**77**	**91**	**105**	**126**

Tabla no. 9

ACHYROCLINE SATUREIOIDES - Plantas al azar - Altura en cm

bloque	no.	30-dic	07-ene	13-ene	20-ene	27-ene	03-feb	10-feb	17-feb	02-mar	16-mar	30-mar	13-abr	04-may
5C	16	13,4	13,1	18,8	11,1	18,6	17,5	17,1	18,3	24,3	26,9	28,6	24,3	36,0
1C	17	11,7	12,3	15,8	17,4	13,4	19,2	18,0	21,0	26,3	31,6	32,9	34,0	36,2
6C	18	9,6	10,2	6,6	22,4	13,8	21,8	23,2	15,2	27,6	23,2	29,7	30,5	40,6
4D	19	10,7	13,7	13,8	16,6	11,1	20,9	21,8	14,0	24,4	25,3	24,7	48,7	45,5
3D	20	13,3	12,2	14,0	14,6	20,4	20,5	21,9	23,8	27,6	31,4	31,3	36,1	40,1
5D	21	9,9	11,6	17,9	17,1	18,2	20,2	20,7	19,9	25,9	23,3	32,3	36,6	42,0
2D	22	12,2	12,1	12,9	15,9	17,0	20,7	14,4	21,5	23,8	22,0	27,6	30,7	39,3
6D	23	13,7	12,4	17,9	16,7	11,9	14,0	18,6	18,7	23,6	26,7	27,1	22,8	35,1
1D	24	9,2	13,4	12,7	18,8	14,2	12,1	14,8	20,5	26,4	30,1	29,3	27,8	40,4
6E	25	12,7	14,7	16,9	12,5	15,0	18,2	18,9	22,2	26,0	29,4	29,2	38,2	42,0
3E	26	10,3	13,1	14,9	19,0	19,6	17,4	23,8	17,2	29,4	30,5	35,4	26,7	34,7
2E	27	13,9	14,9	20,6	17,7	16,4	20,7	22,2	23,9	26,9	29,9	30,7	32,4	33,1
5E	28	10,4	10,5	18,5	17,1	17,4	18,7	22,1	25,0	29,9	31,1	24,7	25,0	38,7
1E	29	10,1	13,6	17,4	16,7	22,9	17,8	15,4	18,5	21,7	24,8	26,7	41,8	47,5
4E	30	12,2	18,2	17,9	15,9	18,8	17,2	20,9	23,3	24,6	31,9	28,5	31,0	49,8
	Prom.	**11,6**	**13,1**	**15,8**	**16,6**	**16,6**	**18,5**	**19,6**	**20,2**	**25,9**	**27,9**	**29,2**	**32,4**	**40,1**
	alt^	**17,3**	**17,5**	**17,9**	**18,5**	**18,6**	**18,9**	**19,0**	**19,4**	**19,6**	**20,3**	**20,5**	**20,7**	**21,6**

Tabla no. 10

ACHYROCLINE FLACCIDA - Plantas TOTALES - No. ramas

bloque	no.	30/12	7/1	13/1	20/1	27/1	3/2	10/2	17/2	25/2	10/3	24/3	6/4	23/4
1A	1	12	15	16	15	13	14	13	16	19	63			
2A	2	10	10	2	11	10	12	7	7	11	22			
3A	3	10	10	11	10	8	10	9	9	13	31	55	185	
4A	4	12	12	4	10	10	12	11	9	13	35	134	148	
5A	5	12	7	4	13	15	14	17	11	12	29	87	161	361
6A	6	4	4	3	6	8	11	14	15	13	30	51	92	127
4B	7	5	6	6	6	9	10	6	9	11	63	165	172	
5B	8	15	3	5	8	12	15	12	14	18	74	42	84	99
1B	9	13	14	6	13	12	13	11	11	13	24			
3B	10	12	2	3	9	12	13	13	12	13	28	63	160	
6B	11	13	18	17	5	8	9	7	10	25	89	108	142	162
2B	12	3	2	2	4	6	8	4	8	12	31			
3C	13	3	15	3	12	12	13	11	11	12	32	60	80	
2C	14	4	3	4	6	6	8	8	14	27	98			
4C	15	4	3	3	6	14	18	13	17	21	57	99	110	
5C	16	10	4	14	6	9	11	11	9	11	12	179	68	87
1C	17	15	22	7	5	14	14	12	18	9	15			
6C	18	17	8	7	4	10	10	12	18	9	29	19	108	261
4D	19	7	5	4	5	11	11	8	16	14	56	102	135	
3D	20	16	3	4	3	6	9	14	9	14	14	25	84	
5D	21	12	64	23	17	23	12	18	14	101	39	93	161	306
2D	22	15	9	3	7	13	10	12	14	22	101			
6D	23	12	4	9	8	9	9	13	12	11	14	26	56	194
1D	24	6	4	3	3	11	13	12	15	10	18			
6E	25	18	14	2	14	9	9	11	14	9	13	87	53	355
3E	26	15	4	3	4	8	19	11	19	20	23	115	154	
2E	27	15	3	4	9	33	15	5	28	23	16			
5E	28	7	12	9	3	9	10	12	16	13	23	45	64	332
1E	29	11	16	7	8	12	15	11	9	27	64			
4E	30	2	4	2	4	7	9	12	13	23	12	133	104	
	X	**10,3**	**10,0**	**6,3**	**7,8**	**11,3**	**11,9**	**11,0**	**13,2**	**18,3**	**38,5**	**84,4**	**116,1**	**228,4**

Tabla no. 11

ACHYROCLINE FLACCIDA - Plantas TOTALES - No. ramificaciones

bloque	no.	30/12	7/1	13/1	20/1	27/1	3/2	10/2	17/2	25/2	10/3	24/3	6/4	23/4
1A	1	0	0	0	35	46	49	41	57	118	151			
2A	2	0	0	12	22	28	34	31	30	46	122			
3A	3	0	0	0	28	45	41	34	35	107	198	374	511	
4A	4	0	0	15	38	47	57	48	47	97	193	336	358	
5A	5	0	13	21	52	64	63	62	55	130	208	434	530	1116
6A	6	16	21	25	41	47	56	58	70	88	163	297	371	635
4B	7	23	33	40	48	58	77	80	101	155	209	424	413	
5B	8	0	21	25	47	56	86	89	86	131	238	159	100	440
1B	9	0	0	18	36	62	96	94	88	129	182			
3B	10	0	14	20	28	61	91	103	113	120	170	311	425	
6B	11	0	0	0	22	40	61	56	95	124	210	308	340	677
2B	12	14	18	20	25	32	45	43	43	76	207			
3C	13	10	0	13	40	44	58	48	56	114	197	201	258	
2C	14	21	27	35	49	58	63	56	121	177	323			
4C	15	21	24	30	37	66	87	83	149	204	227	378	412	
5C	16	0	24	0	27	37	77	86	70	76	134	393	279	464
1C	17	0	0	21	26	67	81	57	184	77	159			
6C	18	0	19	31	26	36	66	95	147	101	160	133	361	1144
4D	19	14	13	32	52	54	67	59	161	151	151	305	433	
3D	20	0	17	21	33	40	76	89	62	117	159	148	213	
5D	21	0	0	0	27	62	71	72	136	135	216	363	442	1051
2D	22	0	26	21	33	56	59	83	165	196	231			
6D	23	0	18	32	35	39	61	97	109	143	143	193	255	755
1D	24	28	15	24	17	82	56	107	147	144	175			
6E	25	0	0	23	0	49	86	109	141	79	164	185	115	934
3E	26	0	20	29	29	42	88	94	165	216	130	387	406	
2E	27	0	18	27	36	57	115	33	171	123	58			
5E	28	14	33	31	14	58	94	122	84	96	184	265	313	1429
1E	29	0	0	24	39	85	125	66	44	120	185			
4E	30	15	23	10	14	61	50	71	104	181	135	418	398	
	X	**5,9**	**13,2**	**20,0**	**31,9**	**52,6**	**71,2**	**72,2**	**101,2**	**125,7**	**179,4**	**300,6**	**346,7**	**864,5**

Tabla no. 12

ACHYROCLINE SATUREIOIDES - Plantas TOTALES - No. ramas

bloque	no.	30/12	7/1	13/1	20/1	27/1	3/2	10/2	17/2	2/3	16/3	30/3	13/4	4/5
1A	1	10	12	4	6	9	13	16	19	41	68	88	83	129
2A	2	2	2	4	6	12	13	13	13	21	41	54	66	96
3A	3	11	13	5	7	12	13	14	12	59	71	89	84	129
4A	4	9	13	14	2	2	4	10	11	18	31	36	38	86
5A	5	4	3	4	4	4	4	5	15	24	26	28	30	74
6A	6	2	2	3	4	6	13	14	14	17	22	25	25	38
4B	7	2	2	3	3	3	7	19	20	25	28	35	42	74
5B	8	9	13	3	3	7	14	14	15	24	45	56	62	112
1B	9	5	5	6	8	8	9	13	21	44	60	56	84	134
3B	10	2	2	3	4	4	7	9	9	25	52	78	77	69
6B	11	2	3	7	9	8	12	13	20	33	54	60	59	94
2B	12	2	2	2	2	6	11	12	13	19	41	55	53	88
3C	13	3	2	3	4	6	13	13	18	28	47	58	78	114
2C	14	5	5	6	5	8	18	24	29	32	50	44	59	82
4C	15	5	4	4	4	5	12	15	25	40	48	62	53	92
5C	16	7	3	3	5	5	6	9	12	21	31	37	37	56
1C	17	5	5	3	6	2	5	6	5	11	15	15	29	32
6C	18	3	5	3	4	4	5	8	7	19	26	34	54	85
4D	19	3	2	2	2	4	5	10	8	27	36	40	55	37
3D	20	4	2	4	8	8	6	9	11	30	45	51	37	54
5D	21	4	9	4	4	5	11	11	9	25	31	45	39	41
2D	22	2	3	6	6	2	6	3	8	15	60	23	23	45
6D	23	4	4	2	3	4	10	3	5	11	29	23	20	44
1D	24	3	13	2	3	2	8	5	14	27	48	31	43	17
6E	25	5	2	4	2	6	5	6	8	22	19	55	29	56
3E	26	4	6	5	3	4	7	10	4	22	43	34	32	95
2E	27	9	5	8	5	9	3	5	10	19	22	25	31	66
5E	28	8	8	3	2	2	4	7	8	31	45	49	26	78
1E	29	8	6	2	9	11	11	4	5	26	17	16	47	52
4E	30	5	4	7	2	4	7	6	7	12	33	47	35	51
	X	**4,9**	**5,3**	**4,3**	**4,5**	**5,7**	**8,7**	**10,2**	**12,5**	**25,6**	**39,5**	**45,0**	**47,7**	**74,0**

Tabla no. 13

ACHYROCLINE SATUREIOIDES - Plantas TOTALES - No. ramificaciones

bloque	no.	30/12	7/1	13/1	20/1	27/1	3/2	10/2	17/2	2/3	16/3	30/3	13/4	4/5
1A	1	0	0	21	31	45	82	110	130	263	448	627	666	1042
2A	2	10	10	17	23	32	68	79	107	194	281	389	391	826
3A	3	0	0	15	22	35	77	86	103	266	344	489	512	838
4A	4	0	0	0	14	17	21	31	76	139	245	278	307	605
5A	5	5	17	21	27	27	34	36	82	153	214	262	173	542
6A	6	9	13	14	19	25	58	81	119	172	262	305	307	455
4B	7	12	13	17	22	26	37	67	125	175	245	306	313	536
5B	8	0	0	15	18	23	57	89	122	203	302	396	467	868
1B	9	11	23	36	44	46	58	77	134	289	424	481	620	995
3B	10	6	8	11	14	17	36	49	80	125	274	447	534	607
6B	11	8	15	21	29	45	83	94	126	226	346	434	381	766
2B	12	7	11	16	19	26	59	74	99	171	309	395	429	765
3C	13	8	11	16	20	29	63	75	121	203	321	398	488	853
2C	14	15	26	34	41	51	96	101	159	257	386	365	374	690
4C	15	10	20	29	33	36	66	80	129	222	344	401	352	707
5C	16	5	11	25	19	24	39	56	55	126	246	328	292	422
1C	17	2	12	17	34	12	55	18	24	58	114	144	206	249
6C	18	3	16	7	26	21	34	46	37	163	140	311	332	570
4D	19	7	11	13	12	16	27	42	59	174	218	253	279	250
3D	20	8	11	20	40	34	35	54	73	149	230	300	412	345
5D	21	4	0	11	26	24	38	60	51	154	171	287	293	286
2D	22	5	13	25	29	18	40	22	50	92	366	155	179	187
6D	23	4	15	19	13	18	38	23	32	73	134	166	124	278
1D	24	4	0	15	19	18	0	39	83	212	295	209	223	152
6E	25	4	11	13	11	42	21	28	43	171	133	346	247	329
3E	26	0	30	16	16	22	31	56	34	152	298	247	205	490
2E	27	4	29	57	42	42	22	28	51	130	198	225	182	410
5E	28	8	0	18	15	17	25	44	71	140	257	277	189	516
1E	29	3	23	14	44	34	50	21	33	159	146	127	304	351
4E	30	4	13	50	17	12	26	29	46	133	193	251	250	345
	X	**5,5**	**12,1**	**20,1**	**24,6**	**27,8**	**45,9**	**56,5**	**81,8**	**171,5**	**262,8**	**320,0**	**334,4**	**542,5**

Tablas no. 14 y 15 - Cosecha en prefloración 19-3-04

Corte "mecánico" a 15 cm suelo

	MV (grs.)	MS (grs.)	% de MS	MS flores	MS tallos
1A	1480	420	28,4	190	230
1B	2060	680	33,0	325	355
1C	2520	780	31,0	330	450
1D	3180	990	31,1	370	620
1E	2720	780	28,7	385	395
X	2392	730	30,4	320	410

Corte manual a 20 cm ápices

	MV (grs.)	MS (grs.)	% de MS	MS flores	MS tallos
2A	700	200	28,6	110	90
2B	1700	565	33,2	345	220
2C	1600	615	38,4	410	205
2D	1680	535	31,8	330	205
2E	1740	610	35,1	395	215
X	1484	505	33,4	318	187

Tablas no. 16 y 17 - Cosecha en plena floración 20-4-04

Corte "mecánico" a 15 cm suelo

	MV (grs.)	MS (grs.)	% de MS	MS flores	MS tallos
3A	995	600	60,3	385	215
3B	1540	740	48,1	415	325
3C	2540	1190	46,9	540	650
3D	1695	795	46,9	415	380
3E	2285	1055	46,2	525	530
X	1811	876	49,7	456	420

Corte manual a 20 cm ápices

	MV (grs.)	MS (grs.)	% de MS	MS flores	MS tallos
4A	1275	645	50,6	445	200
4B	1750	835	47,7	595	240
4C	1960	965	49,2	650	315
4D	1735	835	48,1	565	270
4E	1470	725	49,3	465	260
X	1638	801	49,0	544	257

Tablas no. 18 y 19 - Cosecha en post-floración 11-5-04

Corte "mecánico" a 15 cm suelo

	MV (grs.)	MS (grs.)	% de MS	MS flores	MS tallos
5A	2225	920	41,3	485	435
5B	2525	1130	44,8	575	555
5C	2645	1250	47,3	590	660
5D	1830	910	49,7	455	455
5E	3205	1415	44,1	665	750
X	2486	1125	45,4	554	571

Corte manual a 20 cm ápices

	MV (grs.)	MS (grs.)	% de MS	MS flores	MS tallos
6A	1745	805	46,1	530	275
6B	1175	600	51,1	405	195
6C	2075	985	47,5	675	310
6D	1805	910	50,4	600	310
6E	2000	995	49,8	615	380
X	1760	859	49,0	565	294

Tablas no. 20 y 21 - 2ª cosecha en parcelas cosechadas en prefloración 8-6-04

Corte "mecánico" a 15 cm suelo

	MV (grs,)	MS (grs,)	% de MS	MS flores	MS tallos
1A	1410	560	39,7	275	285
1B	1300	535	41,2	305	230
1C	1895	815	43,0	400	415
1D	1970	725	36,8	230	495
1E	1900	765	40,3	365	400
X	1695	680	40,2	315	365

Corte manual a 20 cm ápices

	MV (grs,)	MS (grs,)	% de MS	MS flores	MS tallos
2A	765	355	46,4	225	130
2B	1675	765	45,7	410	355
2C	1085	560	51,6	295	265
2D	1500	695	46,3	365	330
2E	1285	565	44,0	280	285
X	1262	588	46,8	315	273