



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Instituto Universitario de Xeoloxía

## **Tesis Doctoral**

# **EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICADA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE *Viola x wittrockiana***

**Jaime Motos Ramos**

**Septiembre 2015**



**Dña. Cleide Aparecida de ABREU**, Investigadora del Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Brasil; **Dña. Eva VIDAL VÁZQUEZ** Profesora Contratada Doctora del Área de Edafología y Química Agrícola de la Universidade da Coruña (UDC) y **D. Jorge PAZ FERREIRO**, Profesor Contratado en la School of Civil, Environmental and Chemical Engineering del Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) University, Australia

#### **CERTIFICAN**

Que la presente memoria titulada “***Efecto de la fertilización y tecnología aplicada sobre la productividad y calidad de Viola x wittrockiana***” que para optar al grado de Doctor por la Universidade da Coruña presenta **D. Jaime MOTOS RAMOS**, ha sido realizada bajo nuestra dirección y supervisión dentro del Programa Oficial de Doctorado *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente* de la UDC.

Considerando que constituye trabajo de Tesis Doctoral, autorizamos su presentación.

Y para que así conste, firmamos el presente certificado en A Coruña, a 11 de Septiembre de 2015.

Fdo.: Cleide Aparecida de Abreu

Fdo.: Eva Vidal Vázquez

Fdo.: Jorge Paz Ferreiro



## **AGRADECIMIENTOS**

En los años que he trabajado en esta tesis he tenido como gran desafío compaginar mi actividad profesional como responsable técnico comercial de la empresa Floragen A.I.E y estudiante de doctorado en la Universidade da Coruña. Nada de esto sería posible sin el apoyo y colaboración de un grupo importante de personas, por las cuales tendré una eterna gratitud.

En primer lugar quiero agradecer al Dr. Antonio Paz González por ser el mentor de esta tesis, dando un apoyo constante y estando siempre disponible a ayudarme, con toda la flexibilidad que demandaba mi situación personal. Seguramente sin su colaboración yo no podría haber empezado y concluido mi doctorado.

A las Dras. Cleide Aparecida de Abreu y Eva Vidal Vázquez como directoras de esta tesis, con su gran colaboración en la estructuración, sugerencias y correcciones, fundamentales para la realización de este trabajo. Al Dr. Jorge Paz Ferreiro por su labor como codirector de esta tesis.

A la amiga y colaboradora Rosane da Silva Dias, por haber trabajado en esta tesis como fuese la suya, dedicando muchas horas a los análisis de laboratorio, correcciones y sugerencias. Comparto con ella el éxito de este trabajo y mi eterna gratitud.

A los Dres. José Manuel Mirás Avalos y Aitor García Tomillo por su apoyo, las sugerencias y por haber compartido sus experiencias de la elaboración y estructuración de una tesis de doctorado.

Al amigo Dr. Miguel Federico Merino-Pacheco, compañero de actividades profesionales y colaborador, por sus sugerencias e ideas que tanto contribuyeron en la estructuración de este trabajo de tesis.

A mi querida esposa Valeria por su apoyo y a mis hijos Beatriz, Gabriel y Luiza por su paciencia por las muchas horas de ausencia. A mis padres Vicente y Maria Teresa, por el ejemplo de una vida de trabajo, superación y total dedicación a nuestra familia.

A los productores participantes de esta tesis, por su gran colaboración disponiendo material para los análisis de esta tesis y por su disponibilidad en contestar a los cuestionarios.

A los responsables de las empresas Viveros Pereira S.L. y Cultius Roig S.A.T. con quienes desarrollo mi actividad profesional en los últimos diez años, por su apoyo y colaboración.



## RESUMEN

El sector ornamental tiene una gran importancia en la producción hortícola moderna, tanto desde el punto de vista económico, como en el desarrollo de nuevas tecnologías. En el subsector de la producción de plantas de temporada en macetas, la *Viola x wittrockiana* ocupa una posición destacada, principalmente en el periodo que va desde otoño hasta el principio de la primavera. En este sentido, el principal objetivo de esta tesis fue el de estudiar tanto los sustratos comerciales utilizados y sus propiedades físicas y químicas (antes y después del cultivo de la planta), como las propiedades químicas de la raíz, de la parte aérea (PA) y de la flor, intentando correlacionar estas variables tangibles y determinables en el laboratorio, con otras de gran importancia en el momento de la comercialización, como son la calidad y diámetro de la planta y las flores y el desarrollo radicular. Además, se han estudiado las tecnologías de producción utilizadas y el nivel de conocimiento técnico de los responsables de los viveros y de sus equipos de trabajo, mediante un modelo de cuestionario de evaluación desarrollado específicamente para esta tesis.

La toma de muestras de sustratos y material vegetal, los análisis de laboratorio y la aplicación de los cuestionarios se llevó a cabo entre enero de 2009 y marzo de 2010. Para ello se tomaron datos y efectuaron análisis a partir de 17 muestreos realizados en viveros de 13 productores de plantas ornamentales ubicados en las regiones españolas de Castilla y León y Galicia, además de en el norte de Portugal.

Los parámetros físicos y químicos analizados en el sustrato fueron los siguientes: Volumen de agua ( $W_V$ ), volumen de aire ( $A_V$ ), porosidad total ( $P_S$ ), densidad de partícula ( $P_D$ ), valor de contracción ( $S$ ), densidad aparente (DBD), materia seca ( $D_M$ ), humedad ( $W_M$ ), materia orgánica (MO), cenizas, potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE) y relación Carbono/Nitrógeno (C/N). Además, se han analizado los macro y micro nutrientes en los sustratos final e inicial, así como en las raíces, parte aérea y flores.

Los parámetros físicos analizados, tanto en el sustrato inicial como en el final, están dentro de los valores recomendados por diversos autores. Asimismo, el pH y la conductividad eléctrica de las muestras se encuentran en su gran mayoría dentro de los márgenes recomendados. La relación Carbono/Nitrógeno (C/N) se presentó, de modo general, superior a los niveles recomendados, sin embargo al tratarse de turbas muy estables, esto no ha significado un problema en el desarrollo de las plantas. Las concentraciones de metales pesados han quedado por debajo de los máximos recomendados por diversos autores, indicando así que no existieron altos riesgos de contaminación ambiental. Los resultados de macro y micro nutrientes en los sustratos iniciales y finales ofrecieron valores inferiores a los recomendados, pero no se ha visto afectada la calidad de las plantas obtenidas ya que los productores realizan abonado por fertirrigación, suministrando lo que las plantas necesitan en cada etapa de su desarrollo y también solucionado eventuales carencias con abonados foliares.

Con la aplicación de los cuestionarios, se pudo observar que la gran mayoría de los viveros estudiados presentaban un nivel de tecnología medio/alto, que se refleja en la nota media de los viveros de 7,88. Por otra parte, el nivel de capacitación técnica y formación, ha obtenido una nota media de 6,82. En relación a la evaluación de la calidad de las plantas, la media de los viveros analizados ha dado como resultado unos valores de A1 = 39,65%; A2 = 44,65% y B = 15,64%. En cuanto a la calidad de raíces, las notas medias de los viveros fueron: 10 = 5,65%; 8 = 34,82%; 6 = 37,58% y 4 = 19,35%. Es decir, tanto en lo referente a la calidad de las plantas como al desarrollo radicular la gran mayoría de las muestras se incluyen dentro del rango exigido por el mercado. Los diámetros medios fueron 15,58 cm para las plantas y 7,79 cm para las flores, superando los valores medios exigidos por el mercado.

Por lo tanto, la metodología utilizada para los análisis de la calidad morfológica y el modelo de los cuestionarios utilizados en la evaluación de los viveros se han mostrado eficaces para el desarrollo de este trabajo de tesis.



## RESUMO

O sector ornamental ten unha grande importancia na produción hortícola moderna, tanto dende o punto de vista económico coma no desenvolvemento de novas tecnoloxías. No subsector da produción de plantas de tempada en macetas, a *Viola x wittrockiana* ocupa unha posición destacada, principalmente no período que vai dende outono ata o inicio da primavera. Neste sentido, o principal obxectivo desta tese foi o de estudar tanto os substratos comerciais utilizados e as súas propiedades físicas e químicas (antes e despois do cultivo da planta), como as propiedades químicas da raíz, da parte aérea (PA) e flor, intentando correlacionar estas variables tanxibles e determinables no laboratorio, con outras de grande importancia no momento da comercialización, como son a calidade e diámetro da planta e das flores e o desenvolvemento radicular. Ademais, estudáronse as tecnoloxías de produción utilizadas e o nivel de coñecemento técnico dos responsables dos viveiros e dos seus equipos de traballo, mediante un modelo de cuestionario de avaliación desenvolvido especificamente para esta tese.

A toma de mostras de substratos e material vexetal, as análises de laboratorio e a aplicación dos cuestionarios levouse a cabo entre xaneiro de 2009 e marzo de 2010. Para iso tomáronse datos e efectuáronse análises a partir de 17 mostraxes realizadas en viveiros de 13 produtores de plantas ornamentais situados nas rexións españolas de Castela e León e Galicia, ademais de no norte de Portugal.

Os parámetros físicos e químicos analizados no substrato foron os seguintes: Volume de auga (WV), volume de aire (AV), porosidade total (PS), densidade de partícula (PD), valor de contracción (S), densidade aparente (DBD), materia seca (DM), humidade (WM), materia orgánica (MO), cinzas, potencial hidróxeno (pH), condutividade eléctrica (CE) e relación Carbono/Nitróxeno (C/N). Ademais, analizáronse os macro e micro nutrientes nos substratos final e inicial, así como nas raíces, parte aérea e flores.

Os parámetros físicos analizados, tanto no substrato inicial coma no final, están dentro dos valores recomendados por diversos autores. Así mesmo, o pH e a condutividade eléctrica das mostras encóntranse na súa gran maioría dentro das marxes recomendadas. A relación Carbono/Nitróxeno (C/N) presentouse, de modo xeral, superior aos niveis recomendados, non obstante ao tratarse de turbas moi estables, isto non significou un problema no desenvolvemento das plantas. As concentracións de metais pesados quedaron por debaixo dos máximos recomendados por diversos autores, indicando así que non existiron altos riscos de contaminación ambiental. Os resultados de macro e micro nutrientes nos substratos iniciais e finais ofreceron valores inferiores aos recomendados, pero non se viu afectada a calidade das plantas obtidas xa que os produtores realizan aboado por fertirrigación, subministrando o que as plantas necesitan en cada etapa do seu desenvolvemento e tamén solucionado eventuais carencias con subscritores foliares.

Coa aplicación dos cuestionarios, púidose observar que a gran maioría dos viveiros estudados presentaban un nivel de tecnoloxía medio/alto, que se reflicte na nota media dos viveiros de 7,88. Por outra parte, o nivel de capacitación técnica e formación, obtivo unha nota media de 6,82. En relación á avaliación da calidade das plantas, a media dos viveiros analizados deu como resultado uns valores de A1 =39,65%; A2 =44,65% e B =15,64%. En canto á calidade de raíces, as notas medias dos viveiros foron: 10 = 5,65%; 8 = 34,82%; 6 = 37,58% y 4 = 19,35%. É dicir, tanto no referente á calidade das plantas coma ao desenvolvemento radicular a gran maioría das mostras inclúense dentro do rango esixido polo mercado. Os diámetros medios foron 15,58 cm para as plantas e 7,79 cm para as flores, superando os valores medios esixidos polo mercado.

Polo tanto, a metodoloxía utilizada para as análises da calidade morfolóxica e o modelo dos cuestionarios utilizados na avaliación dos viveiros mostráronse eficaces para o desenvolvemento deste traballo de tese.

## RESUMO

O setor ornamental tem uma grande importância na produção hortícola moderna, tanto no aspecto econômico, como também no desenvolvimento de novas tecnologias. No subsetor de produção de plantas ornamentais em vaso, a *Viola x wittrockiana* ocupa uma posição de destaque, principalmente nos períodos que vão desde outono até o início da primavera. Nesse sentido, o principal objetivo desta tese foi o de estudar os substratos comerciais utilizados, suas propriedades físicas e químicas, antes e depois do cultivo das plantas, e também as propriedades químicas de raízes, parte aérea (PA) e flores, tentando correlacionar estes parâmetros tangíveis e determinados a partir de metodologias de determinação em laboratório, com outras de grande importância no momento da comercialização, como são a qualidade morfológica, diâmetro das plantas e flores e desenvolvimento radicular. Também se estudou as tecnologias de produção utilizadas e o nível de formação técnica dos responsáveis dos viveiros e de suas equipes de trabalho, utilizando para isso, um modelo de questionário de avaliação, desenvolvido especificamente para esta tese.

O estudo, ou seja, a colheita das mostras de substratos e material vegetal, análises de laboratório e aplicação dos questionários se realizarão de janeiro de 2009 a março de 2010. Para isso se coletarão dados e se efetuarão análises de 17 estruturas de produção, obtidas em 13 produtores de plantas ornamentais localizados nas regiões espanholas de Galicia, Castilla e León e no norte de Portugal.

Os parâmetros físicos e químicos analisados nos substratos foram: Volume de água ( $W_V$ ), volume de ar ( $A_V$ ), porosidade total ( $P_S$ ), densidade de partícula ( $P_D$ ), valor de contração(S), densidade de partícula (DBD), matéria seca ( $D_M$ ), umidade ( $W_M$ ), matéria orgânica (MO), cinzas, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica(CE), relação carbono/nitrogênio(C/N). Também se analisaram os macro e micro nutrientes nos substratos final e inicial, como também nas raízes, parte aérea (PA) e flores.

Nos substratos, tanto inicial como no final, os parâmetros físicos analisados, estão dentro dos valores recomendados por diversos autores. O pH e a condutividade elétrica das amostras se encontra, em sua grande maioria, dentro de valores recomendados. As relações Carbono/Nitrogênio (C/N) apresentarão, de maneira geral, superiores aos recomendados, mas como a grande maioria dos substratos comerciais são compostos por turfas muito estáveis, isto não significou um problema no desenvolvimento das plantas. Os resultados de metais pesados se apresentarão com valores inferiores aos máximos recomendados por diversos autores, indicando assim que não existem riscos elevados de contaminação ambiental. Os resultados de macro e micro nutrientes, obtidos nos substratos iniciais e finais, indicam valores inferiores aos recomendados por diversos autores, mas não afetando a qualidade das plantas obtidas, já que os produtores realizam adubações por fertirrigação, fornecendo os nutrientes necessários em cada etapa do desenvolvimento das plantas também solucionando eventuais carências através da utilização de adubos foliares.

Com a aplicação dos questionários, pode-se observar que a grande maioria dos viveiros estudados apresenta um nível de tecnologia classificado como médio/alto, que vê refletido na nota média dos viveiros de 7,88. Já no critério nível de capacitação técnica e formação, a nota média dos viveiros foi de 6,82. Com relação à avaliação da qualidade das plantas, os valores médios dos viveiros foram de A1 = 39,65%; A2 = 44,65% y B = 15,64%. Quanto à qualidade das raízes, as notas médias dos viveiros foram: 10 = 5,65%; 8 = 34,82%; 6 = 37,58% y 4 = 19,35%. Ou seja, tanto em relação à qualidade das plantas e do crescimento radicular, a grande maioria das amostras está dentro de parâmetros exigidos pelo mercado. Os valores médios das plantas foram de 15,58 cm e das flores de 7,79, superando as médias dos valores exigidos pelo mercado.

As metodologias utilizadas para as determinações da qualidade morfológica e o modelo dos questionários, utilizados para a avaliação dos viveiros se mostraram viáveis para o desenvolvimento desta tese.

## ABSTRACT

The ornamental sector is very important for the modern horticultural production, and this statement is well-founded, both from the economical point of view and also when considering the development of new technologies. Within the subsector dealing with production of season plants in pots *Viola x wittrockiana* occupies a central position, mainly in the period from autumn to beginning spring. Therefore, the main objective of this Ph. D. thesis was to study the commercial substrates used for growing this season plant, its physical and chemical properties (before and after the plant has been cultivated), and also the chemical composition of root, aerial part and flowers. First, it was tried to correlate the above mentioned variables determined in the laboratory with other characteristics which are of great interest for commercialisation such as plant quality, and flower and plant diameter, and root development. In addition the technologies of production employed as well as the performance of technical know-how of the managers of the garden centres studied and its work teams have been studied. For this purpose an specific evaluation form has been developed within the frame of this Ph.D.

Sampling of substrates and plant material, laboratory analysis and surveys conducted by application of evaluation forms have been performed from January 2009 to March 2010. Data have been recorded and analysis have been made from 17 samplings taken on garden centres belonging to 13 producers of ornamental plants. The studied garden centres were located in the Spanish regions of Castile and Leon and Galicia as well as in the North of Portugal.

The following physical and chemical properties have been analyzed in the substrate: water volume ( $W_V$ ), air volume ( $A_V$ ), total porosity ( $P_S$ ), particle or solid density ( $P_D$ ) percent of contraction ( $S$ ), bulk density (DBD), dry matter ( $D_M$ ), moisture ( $W_M$ ), organic matter (OM), ashes, potential of hexogen (pH), electrical conductivity (CE), and carbon to nitrogen ratio (C/N). In addition, macro- and micronutrients have been also analyzed in the substrates before sowing and after harvesting of the ornamental plant, as well as in roots, aerial parts and flowers.

The values of the soil physical properties of the substrates studied, both before sowing and after harvesting are within the optimal range for adequate plant growth recommended by different authors. Most of the samples analyzed also showed pH and electrical conductivity values within intervals recommended for optimal plant growth; there were however samples with high values of electrical conductivity. In general, the carbon to nitrogen ratio was higher than the optimal values recommended; however this did not mean a problem for plant growth and development, most likely because the commercial substrates employed were based on very stable peats, with low mineralization. Concentrations of heavy metals extracted with a 1:5 water solution were much lower than limits considered in the legislation as indicators of contamination, showing that there was no risk for environmental contamination. On the other hand, the macro- and micronutrient concentrations, both before sowing and after harvesting were below the recommended

range of optimal values. However the low levels of nutrients showed not an effect on plant quality; which could be attributed to the fact that producers have mainly applied fertilizers by fertirrigation and also to manage occasional nutrient deficiencies using leaf fertilization; thus producers have been able to give to the plants just what they need for each stage of development.

Application of Surrey tests showed that most of the garden centres or nurseries studied were characterized by a medium to high performance in technology, which was reflected on an average note of 7.88. On the other hand, levels of technical performance and formation received an average note of 6.82. Regarding plant quality evaluation, on average ornamental garden centres studied showed the following values: A1 = 39.65%; A2 = 44.65% and B = 15.64%. For the root quality the notes obtained ranked as follows: 10 = 5.65 %; 8 = 34.82%; 6 = 37.58%, and 4 = 19.35%. It follows that both, plant quality and root development criteria most of the samples studied have been found to be included within the interval of values which are required by the market. Moreover, mean diameter values of 15.58 cm for plants and 7.79 cm for flowers are higher than the respective mean values demanded by the markets.

It follows that both, the methodology used to analyze morphological quality and the test survey model applied to evaluate ornamental garden centres have been shown to be efficient to accomplish this Ph. D. work.

# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Sustratos .....	6
1.1.1	Definición.....	6
1.1.2	Materiales usados como sustratos .....	6
1.1.3	Composición de los sustratos comerciales .....	15
1.1.4	Criterios de selección de un sustrato .....	19
1.1.5	Propiedades físicas .....	22
1.1.6	Propiedades químicas .....	26
1.1.7	Propiedades <i>biológicas</i> .....	32
1.2	<i>Viola x wittrockiana</i> .....	33
1.2.1	La clasificación científica de <i>Viola x wittrockiana</i> .....	33
1.2.2	<i>Viola x wittrockiana</i> - serie comercial Power: .....	37
1.2.3	La calidad de la planta: exigencias comerciales .....	41
1.2.4	La calidad de planta: certificaciones .....	42
1.2.5	La calidad de la planta: clasificación empírica .....	47
1.3	Especificaciones de comercialización .....	48
1.3.1	Plantas de jardín .....	48
1.3.2	Plantas anuales y bianuales .....	50
1.3.3	La calidad morfológica de <i>Viola x wittrockiana</i> : .....	51
1.4	Relación entre planta y sustrato .....	53
1.5	Estructuras de producción .....	56
1.5.1	Criterios para caracterizar las instalaciones .....	56
1.5.2	Los viveros de Galicia, Norte de Portugal y Castilla y León .....	58
2	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	65
2.1	Justificación .....	65
2.2	Objetivos .....	67
3	MATERIAL Y MÉTODOS .....	69
3.1	Selección de los Viveros y cuestionario de evaluación de sus características .....	71
3.2	Análisis de los Sustratos .....	75
3.2.1	Sustratos comerciales utilizados y toma de muestras.....	75
3.2.2	Análisis de las propiedades físicas .....	76
3.2.2.1	Contenido en materia seca.....	79
3.2.2.2	Contenido en humedad.....	79
3.2.2.3	Densidad aparente compactada .....	80
3.2.2.4	Densidad aparente seca .....	82
3.2.2.5	Valor de contracción .....	84
3.2.2.6	Densidad de partícula .....	84
3.2.2.7	Porosidad total .....	85
3.2.2.8	Volumen de agua .....	86
3.2.2.9	Volumen de aire .....	86
3.2.3	Análisis de las propiedades químicas.....	87
3.2.3.1	Determinación del contenido en materia orgánica y de las cenizas .....	89
3.2.3.2	Determinación del pH .....	90
3.2.3.3	Determinación de la Conductividad eléctrica (CE).....	90
3.2.3.4	Determinación de macro- y microelementos .....	91

3.3.3.5	Análisis elemental de carbono, nitrógeno, hidrógeno y azufre .....	92
<b>3.3</b>	<b>Evaluación de calidad y análisis de elementos nutritivos en la planta</b>	<b>94</b>
3.3.1	Calidad morfológica .....	94
3.3.1.1	Clases de Calidad en Parte aérea (PA) .....	94
3.3.1.2	Clases de Calidad en Raíz .....	95
3.3.1.3	Determinación de los diámetros medios de flores y parte aérea .....	96
3.3.2	Análisis químicos .....	98
3.3.2.1	Preparación de las muestras de parte aérea, flor y raíz .....	98
3.3.2.2	Determinación de macro- y micronutrientes en la parte aérea, flor y raíz .....	102
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>105</b>
<b>4.1</b>	<b>Descripción y evaluación de los viveros estudiados</b>	<b>105</b>
4.1.1	Productor Joao Rogerio Vaz – P1 .....	105
4.1.2	Productor Viveros La Garantía – P2 .....	115
4.1.3	Productor Horticultura Los Pinos – P3 .....	126
4.1.4	Productor Viveros As Zancas – P4 .....	137
4.1.5	Productor Viveros Compostela – P5 .....	147
4.1.6	Productor Agroflor – P6 .....	164
4.1.7	Productor Viveixas – Maria José Viqueira – P7 .....	172
4.1.8	Productor Viveros Casa Xardin – P8 .....	181
4.1.9	Productor Viveros Curras – P9 .....	189
4.1.10	Productor Viveros Torres – P10 .....	198
4.1.11	Productor Joaquim da Silva Cardoso – P11 .....	207
4.1.12	Productor El Arca Asprodes de Salamanca – P12 .....	215
4.1.13	Productor Asprosub Zamora – P13 .....	225
<b>4.2</b>	<b>Caracterización de los sustratos comerciales empleados</b>	<b>235</b>
4.2.1	Propiedades físicas y químicas .....	235
4.2.2	Elementos nutritivos y metales pesados .....	245
<b>4.3</b>	<b>Caracterización de la planta</b>	<b>253</b>
4.3.1	Elementos nutritivos .....	253
4.3.2	Evaluación de la calidad de la planta .....	260
<b>4.4</b>	<b>Relación entre el sustrato, la calidad y características de la planta</b>	<b>265</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>269</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>273</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>283</b>
<b>7.1</b>	<b>Cuestionario para caracterización del nivel tecnológico medio de los viveros de plantas ornamentales, con énfasis en los sustratos</b>	<b>283</b>
7.1.1	Características generales del vivero: .....	283
7.1.2	Infraestructura del Vivero: .....	285
7.1.3	Sustrato de cultivo y riego: .....	286
<b>7.2</b>	<b>Sustrato inicial</b>	<b>288</b>
<b>7.3</b>	<b>Sustrato final</b>	<b>294</b>
<b>7.4</b>	<b>Parte aérea, flor y raíz</b>	<b>308</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto del humectante Floragard Flora-Instant Plus (fuente www.horticom.com, FECHA.....	18
Figura 2. Colores de <i>Viola x wittrockiana</i> serie comercial Power (fuente Sakata Ornamentals – www.sakataornamentals.com) .....	40
Figura 3. Fotos de la clase de calidad A1 .....	95
Figura 4. Fotos de la clase de calidad A2 .....	95
Figura 5. Fotos de la clase de calidad B .....	95
Figura 6. Clases de calidad de raíz – I y II .....	96
Figura 7. Clases de calidad de raíz – III y IV .....	96
Figura 8. Medición del diámetro medio de las flores. ....	97
Figura 9. Medición del diámetro medio de parte aérea (PA) .....	97
Figura 10. Parte aérea – Material fresco.....	98
Figura 11. Parte aérea – Material fresco.....	99
Figura 12. Flor – Material fresco.....	99
Figura 13. Flor – Material seco .....	100
Figura 14. Raíces – Material Fresco.....	101
Figura 15. Raíces – Material Seco.....	101
Figura 16. Vista aérea del invernadero nuevo – Joao Rogerio Vaz. ....	105
Figura 17. Vista aérea del primer vivero – Joao Rogerio Vaz. ....	105
Figura 18. Vista lateral del invernadero nuevo de Joao Rogerio Vaz. ....	106
Figura 19. Vista general de la producción de <i>Viola x wittrockiana</i> .....	107
Figura 20. Vista de la pantalla de sombreo y riego por aspersión.....	108
Figura 21. Detalle de la producción de <i>Viola x wittrockiana</i> – macetas de 10,5 cm sobre malla de cultivo .....	108
Figura 22. Presentación comercial de las bandejas de ventas con 15 macetas de 10,5 cm de diámetro .....	110
Figura 23. Vista aérea de los invernaderos de Viveros La Garantía en Espirito Santo – Municipio de Cambre.....	115
Figura 24. Instalaciones del invernadero caliente .....	116
Figura 25. Imágenes de las instalaciones del invernadero frío .....	117
Figura 26. Producción <i>Viola x wittrockiana</i> en invernadero frío y máquina de llenar macetas .....	117
Figura 27. Vista aérea de los invernaderos de Horticultura Los Pinos – Cambeo – Ourense .....	126
Figura 28. Instalaciones del invernadero caliente .....	127
Figura 29. Instalaciones del invernadero frío .....	127
Figura 30. Detalle de la ventilación zenital .....	128
Figura 31. Vista aérea de las instalaciones de V. As Zancas – Boqueixón – La Coruña .....	137
Figura 32. Detalle de la ventilación zenital y pantallas térmicas y de sombreo .....	138

Figura 33. Producción en balsas de hormigón.Riego por inundación.....	139
Figura 34. Producción en mesas metálicas móviles .....	139
Figura 35. Máquina para llenado y plantación de macetas .....	140
Figura 36. Vista aérea del Invernadero Normal de Viveros Compostela – Boqueixón – La Coruña .....	147
Figura 37. Vista aérea del Invernadero Frio de Viveros Compostela – Boqueixón – La Coruña .....	147
Figura 38 Vista aérea del Invernadero Caliente de Viveros Compostela – Boqueixón – La Coruña .....	148
Figura 39. Instalaciones del invernadero frío y producción de <i>Viola x wittrockiana</i> .....	149
Figura 40. Instalaciones del invernadero normal. Detalle del sistema de calefacción y pantallas térmicas .....	150
Figura 41. Instalaciones del invernadero caliente .....	151
Figura 42. Bandeja de plántulas de <i>Viola x wittrockiana</i> .....	152
Figura 43. Línea de relleno de macetas con sustrato y plantación .....	152
Figura 44. Máquina con pinzas para plantío automático y macetas recién trasplantadas en cinta transportadora .....	153
Figura 45. Instalaciones de producción invernadero frío .....	154
Figura 46. Vista aérea de las intalaciones de la Cooperativa Agroflor – Ferrol – La Coruña.....	164
Figura 47. Vista exterior de los invernaderos de producción .....	165
Figura 48. Detalle de la zona de producción de flores cortadas y <i>Viola x wittrockiana</i> .....	166
Figura 49. Vista aérea de las instalaciones de Maria José Viqueira – Romay – Pontevedra .....	172
Figura 50. Vista de los invernaderos de cristal .....	173
Figura 51. Invernaderos de cristal.Detalle de las mesas de cultivo .....	173
Figura 52. Invernaderos de producción de <i>Viola x wittrockiana</i> .....	174
Figura 53. Balsas de hormigón donde se cultivan y riegan por inundación las plantas .....	175
Figura 54.Vista aérea de las instalaciones de Viveros Casa Xardin – Barro - Pontevedra .....	181
Figura 55. Vista general de las instalaciones de producción .....	182
Figura 56. Foto de los invernaderos de cristal .....	182
Figura 57. Detalle de la ventilación zenital .....	183
Figura 58. Vista aérea de las instalaciones de Viveros Curras – Portas - Pontevedra .....	189
Figura 59. Detalle de la producción de las plantas en balsas de hormigón ....	190
Figura 60. Producción en los invernaderos nuevos y riego por goteo .....	191
Figura 61. Detalle de la zona de plantación de macetas .....	191
Figura 62. Vista aérea de las instalaciones de Viveros Torres – Oubiña – Pontevedra.....	198

Figura 63. Vista general de los invernaderos de producción .....	199
Figura 64. Mesas móviles de producción .....	199
Figura 65. Sistema de plantación de Viveros Torres .....	200
Figura 66. Vista aérea de las instalaciones de Joaquim da Silva Cardoso – Valadares - Oporto.....	207
Figura 67. Vista general de la zona de producción detalle de las pantallas de sombreo y sistema de carro de riego. ....	208
Figura 68. Zonas de producción de <i>Viola x wittrockiana</i> .....	209
Figura 69. Vista aérea de las instalaciones de El Arca Asprodes - Salamanca .....	215
Figura 70. Vista general de las instalaciones de producción de <i>Viola x wittrockiana</i> .....	216
Figura 71. Mesas metálicas de cultivo y producción en baldas de hormigón en suelo .....	218
Figura 72. Bolsas de Sustrato – Topsubstrat.....	217
Figura 73. Máquina de plantación y llenado de macetas .....	218
Figura 74. Mezcladora de Sustratos .....	218
Figura 75. Vista general de las instalaciones de Asprosub Zamora – Morales del Vino – Zamora.....	225
Figura 76. Vista superior de los invernaderos y pantallas de sombreado .....	226
Figura 77. Vista general de las instalaciones de producción de <i>Viola x wittrockiana</i> .....	226
Figura 78. Producción de <i>Viola x wittrockiana en mesas cultivo</i> .....	227
Figura 79. Vista de las balsas de cultivo y detalle del sistema de riego por inundación .....	228
Figura 80. Caja de <i>Viola x wittrockiana</i> para la comercialización.....	230
Figura 81 Relación entre volumen de agua (Wv) y volumen de aire (Av) en los sustratos, antes de plantar .....	238
Figura 82. Relación entre densidad aparente del sustrato antes de su utilización y diámetro de las flores. ....	266

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Valores de relación C/N en diferentes materiales orgánicos .....	30
Tabla 2 - Temperaturas medias en distintas ciudades europeas .....	38
Tabla 3 - Listado de los sustratos utilizados en la tesis.....	75
Tabla 4 - Dimensiones del cilindro y masa correspondiente del pistón .....	80
Tabla 5 - Calidad morfológica de la raíz y planta (Flor y PA) .....	110
Tabla 6 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 1 .....	111
Tabla 7: Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 1 .....	111
Tabla 8 – Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P1 .....	112
Tabla 9 - Distribución de macronutriente y micronutriente en flor, parte aérea(PA), y raíces .....	113
Tabla 10 – Resumen cuestionario Productor 1 – Joao Rogerio Vaz – Inv.01 .	114
Tabla 11 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor .....	119
Tabla 12 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 2 .....	119
Tabla 13 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 2F y 2C .....	120
Tabla 14 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P2 .....	121
Tabla 15 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flores y raíces .....	122
Tabla 16 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flores y raíces .....	122
Tabla 17 – Distribución de macro y micronutrientes en parte aérea(PA), flores y raíces .....	123
Tabla 18 – Resumen cuestionario Productor La Garantía – Invernadero 2F ..	124
Tabla 19 - Resumen cuestionario Productor La Garantía – Invernadero 2C ...	125
Tabla 20 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor .....	130
Tabla 21 - Valores determinados y rango óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 3 .....	130
Tabla 22 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 3 .....	131
Tabla 23 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P3 .....	132
Tabla 24 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flores y raíces – Invernadero 3F .....	133
Tabla 25 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flores y raíces – Invernadero 3 <sub>C</sub> .....	133

Tabla 26 – Distribución de macro elementos en flores, parte aérea(PA) y raíces.- Invernaderos 3C y 3F .....	134
Tabla 27 – Resumen Cuestionario – Productor H. Los Pinos- Invernadero 3F .....	135
Tabla 28 - Resumen Cuestionario – Productor H. Los Pinos- Invernadero - 3C .....	136
Tabla 29 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor .....	142
Tabla 30 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 4 .....	142
Tabla 31 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 4 .....	143
Tabla 32- Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P4 .....	144
Tabla 33 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz .....	145
Tabla 34 – Resumen Cuestionario –Viveiros As Zancas –Invernadero 4 .....	146
Tabla 35- Calidad morfológica de la raíz y parte aérea(PA) y flor .....	155
Tabla 36 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 5 .....	155
Tabla 37 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 5, 5 <sub>C</sub> y 5 <sub>F</sub> .....	156
Tabla 38 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P5 .....	157
Tabla 39 – Concentración de macro y microelementos en las flores, parte aérea(PA) y raíces – Invernadero 5 .....	157
Tabla 40 – Concentración de macro y microelementos en las flores, parte aérea(PA) y raíces – Invernadero 5 <sub>C</sub> .....	158
Tabla 41 – Concentración de macro y microelementos en las flores, parte aérea(PA) y raíces 5 <sub>F</sub> .....	158
Tabla 42 – Concentración de macro y microelementos en flores – Invernaderos 5, 5 <sub>C</sub> y 5 <sub>F</sub> .....	159
Tabla 43 – Concentración de macro y microelementos en parte aérea – Invernaderos 5, 5 <sub>C</sub> y 5 <sub>F</sub> .....	159
Tabla 44 - Concentración de macro y micro elementos en las raíces – Invernaderos 5, 5 <sub>C</sub> y 5 <sub>F</sub> .....	160
Tabla 45 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz – Invernaderos 5, 5 <sub>C</sub> y 5 <sub>F</sub> .....	160
Tabla 46 – Resumen cuestionario –Viveiros Compostela–Invernadero 5 .....	161
Tabla 47-Resumen cuestionario–Viveiros Compostela –Invernadero 5F .....	162
Tabla 48 - Resumen cuestionario – Viveiros Compostela – Invernadero 5C ..	163
Tabla 49 - Calidad morfológica de la raíz y parte aérea(PA) y flor .....	167
Tabla 50 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 6 .....	168

Tabla 51- Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 6.....	168
Tabla 52 – Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato–P6 .....	169
Tabla 53 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz.....	170
Tabla 54 – Resumen Cuestionario – Productor Agroflor – Invernadero 6.....	171
Tabla 55: Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor .....	176
Tabla 56: Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 7 .....	177
Tabla 57: Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 7 .....	177
Tabla 58: Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P7 .....	178
Tabla 59: Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz.....	179
Tabla 60 – Productor 7 – Maria José Viqueira – Invernadero 7 .....	180
Tabla 61: Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor .....	184
Tabla 62: Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 8 .....	185
Tabla 63: Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 8.....	185
Tabla 64: Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P8 .....	186
Tabla 65: Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz.....	187
Tabla 66 – Resumen de Cuestionario – Productor 8 – V. C. Xardin – Inv. 8...188	
Tabla 67: Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor .....	193
Tabla 68: Valores determinados y rango óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 9 .....	193
Tabla 69: Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 9.....	194
Tabla 70: Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P9 .....	195
Tabla 71: Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz.....	196
Tabla 72 – Resumen de Cuestionario – Productor 9 – V. Curras – Inv. 9 .....	197
Tabla 73 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor.....	202
Tabla 74 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 10 .....	202
Tabla 75 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 10 .....	203

Tabla 76 – Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P10 .....	204
Tabla 77 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz .....	205
Tabla 78 – Resumen de Cuestionario – V. Torres – Invernadero 10 .....	206
Tabla 79 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor .....	210
Tabla 80 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 11 .....	211
Tabla 81 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 11 .....	211
Tabla 82 – Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P11 .....	212
Tabla 83 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz .....	213
Tabla 84 – Resumen de Cuestionarios – Joaquim da Silva Cardoso – Inv. 11 .....	214
Tabla 85 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor .....	220
Tabla 86 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 12 .....	220
Tabla 87 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 12 .....	221
Tabla 88 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P12 .....	222
Tabla 89 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz .....	223
Tabla 90 – Resumen de Cuestionario – P12 – V. El Arca Asprodes – Inv. 12224	
Tabla 91 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor .....	230
Tabla 92 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 13 .....	231
Tabla 93 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 13 .....	231
Tabla 94 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P13 .....	232
Tabla 95 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz .....	233
Tabla 96 – Resumen de Cuestionario – Productor 13 – Asprosub – Inv. 13 ...	234
Tabla 97 – Valores medios de algunas propiedades físicas de los sustratos, antes de plantar.....	236
Tabla 98 – Valores medios de algunas propiedades químicas de los sustratos, antes de plantar.....	240
Tabla 99 – Análisis de componentes principales de algunas características físicas y químicas de los sustratos antes de plantar.....	242

Tabla 100 – Valores medios de algunas propiedades de los sustratos, tras la cosecha. ....	243
Tabla 101 - Concentraciones de elementos mayoritarios extraídos en solución acuosa (1:5) de los sustratos, antes de plantar, en mg/L. ....	245
Tabla 102 - Concentraciones de elementos minoritarios extraídos en solución acuosa (1:5) de los sustratos, antes de plantar, en µg/L. ....	248
Tabla 103 – Análisis de componentes principales – Macro, Micro elementos y metales pesados en los sustratos iniciales.....	249
Tabla 104 -. Concentraciones de elementos mayoritarios extraídos en solución acuosa (1:5) de los sustratos, tras la cosecha, en mg/L. ....	250
Tabla 105. Concentraciones de elementos minoritarios extraídos en solución acuosa (1:5) de los sustratos, tras la cosecha, en µg/L. ....	251
Tabla 106 - Concentraciones de macronutrientes en la flor, en g/kg.....	253
$\bar{x}$ :Média; $\sigma$ :desvio estándar; CV:coeficiente variaciónTabla 107 -	
Concentraciones de micronutrientes en la flor, en mg/kg.....	253
Tabla 108 - Concentraciones medias de macronutrientes en la parte aérea, en g/kg.....	255
Tabla 109 - Concentraciones medias de micronutrientes en la parte aérea, en mg/kg.....	256
Tabla 110 - Concentraciones medias de macronutrientes en la raíz, en g/kg	257
Tabla 111 - Concentraciones medias de micronutrientes en la raíz, en mg/kg.....	258
Tabla 112 – Diámetros médios de flores y partes aéreas.....	260
Tabla 113 - Clasificación morfológica de calidad de la planta y raíz.....	261
Tabla 114 - Notas atribuidas en el cuestionario de los viveros a infraestructura y capacitación y nivel técnico de la mano de obra:.....	262
Tabla 115 - Resultados de la densidad aparente seca ( $D_{BD}$ ) en kg/m <sup>3</sup> de las muestras de sustrato, antes de plantar.....	288
Tabla 116 - Resultados de porosidad total (Ps) en % de las muestras de sustrato inicial.....	289
Tabla 117 - Resultados del valor de contracción (S) en % de las muestras de sustrato inicial.....	290
Tabla 118 - Resultados de volumen del agua (Wv) en % de las muestras de sustrato inicial.....	291
Tabla 119 - Resultados del volumen de aire (Av) en % de las muestras de sustrato inicial.....	292
Tabla 120 - Valores de Carbono (%), nitrógeno (%), relación C/N, hidrógeno (%) y azufre (%) en sustrato inicial.....	293
Tabla 121 - Valores de materia seca (%) en las muestras de sustrato final....	294
Tabla 122 - Valores de humedad en las muestras de sustrato final.....	295
Tabla 123 - Valores de MO (%) en las muestras de sustrato final.....	296
Tabla 124- Valores de Cenizas en las muestras de sustrato final.....	297
Tabla 125 - Datos de pH de las muestras de sustrato final.....	298



Tabla 126 - Conductividad eléctrica, CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en las muestras de sustrato final .....	299
Tabla 127 - Valores de carbono (%) elemental en las muestras de sustrato final .....	300
Tabla 128 - Valores de nitrógeno (%) elemental en las muestras de sustrato final .....	301
Tabla 129 - Valores de relación C/N en las muestras de sustrato final .....	302
Tabla 130 - Valores de hidrógeno elemental en las muestras de sustrato final .....	303
Tabla 131 - Valores de azufre (S) en las muestras de sustrato final .....	304
Tabla 132 - Valores de nitrato ( $\text{NO}^{-3}$ ) en las muestras de sustrato final .....	305
Tabla 133 - Valores de amonio ( $\text{NH}^{-4}$ ) en las muestras de sustrato final .....	306
Tabla 134 - Valores de sulfato ( $\text{SO}^{-4}$ ) en las muestras de sustrato final .....	307
Tabla 135 - Matriz de correlación lineal entre los macro y micronutrientes de la flor .....	308
Tabla 136 - Matriz de correlación lineal entre los macro y micronutrientes de la parte aérea .....	309
Tabla 137 - Matriz de correlación lineal entre los macro y micronutrientes de la raíz.....	310
Tabla 138 - Matriz de correlación lineal entre los macro y micronutrientes de la Flor-PA, Flor-Raíz, PA-Raíz .....	311



## **INTRODUCCIÓN**

---



# 1 INTRODUCCIÓN

La relación existente entre el estado nutritivo de las plantas y su desarrollo vegetativo y reproductivo ha sido puesta en evidencia por diversos autores (Ansorena Miner,1994; Abad et al.,1992); sin embargo, la relación entre el estado nutricional y las características de las plantas exigidas por los consumidores apenas ha sido estudiada. Especialmente tratándose de plantas ornamentales, cuyo “rendimiento” es algo subjetivo, cambiante, sometido incluso a algo tan caprichoso como la moda. Tratar de seguir ese tortuoso desarrollo por parte de los productores es una tarea complejo, incluso un poco engorrosa, pero indispensable. Producir lo que el mercado requiere en un momento determinado es la piedra angular del éxito comercial que todo agente económico persigue.

La planta ornamental se valoran en el mercado, principalmente por su aspecto. Los parámetros que el mercado recompensa – colores, formas, tipos de plantas – son variables e intangibles. No obstante, existen parámetros de las plantas subyacentes estables, que son independientes de los caprichos y vaivenes del consumo. Son los parámetros que definen la calidad de la planta.

El subsector de la producción de planta ornamental en maceta – un subsector, a su vez, dividido en numerosas líneas de producción – es amplio y de gran importancia económica en España y Portugal. En la actualidad, en la Península Ibérica hay diversas regiones que se destacan por sus niveles de producción, tanto para el mercado nacional como para exportación. En Portugal podemos destacar las regiones de Algarve, Montijo, Lisboa, Torres Vedras, Batalha, Coimbra, O Porto, Viana do Castelo, o Valença do Minho, entre otras. En España, la producción de plantas ornamentales está presente en prácticamente todas las Comunidades, pero con especial destaque para Barcelona, Valencia, Murcia, Andalucía, Euskadi, Castilla y León, Asturias y Galicia. Según la Asociación de los productores de plantas ornamentales de Galicia (Asproga, [www.asproga.com](http://www.asproga.com), 2010 ), en Galicia se encuentran alrededor de 50 viveros profesionales, con una superficie media de 6,0 ha y una superficie total de producción alrededor de 300 ha, siendo unas 50,0 ha de

producción en invernaderos, con una facturación media de 500.000 euros al año por vivero y dando empleo a una media de nueve personas por explotación. Estas dimensiones indican la conveniencia de profundizar en el conocimiento de este sistema de producción agrícola, a fin de apoyar así su desarrollo tecnológico.

El sentar algunas de las bases para la realización de la labor de vincular tipo de sustrato, con nivel nutricional de planta y tecnología utilizada, con la calidad obtenida, es el objetivo principal de este trabajo. El camino elegido es la identificación del tipo de sustratos utilizados por un grupo de viveros a estudio, determinando al mismo tiempo otras características tecnológicas de esos viveros que puedan interactuar con la capacidad de generar niveles de calidad determinados. Una vez hecho esto, se vincula el tipo de sustrato utilizados con el nivel nutricional de las plantas procedentes de esos viveros y éste, a su vez, con el nivel de calidad de esas plantas.

La hipótesis subyacente al presente trabajo es que determinados parámetros deseables en la planta, cuyo conjunto define la “calidad” de la misma, son influenciados a través de la nutrición, y que a su vez un aspecto decisivo en ese nivel nutricional está determinado por el tipo de sustrato y sus características. Es decir, la composición/características del sustrato influye en el nivel nutricional de las plantas y éste, a su vez, se refleja en los parámetros cualitativos. En base a ello a continuación se presenta un resumen de la organización de esta tesis.

En primer lugar, y a los efectos de establecer esas relaciones se analiza un grupo de sustratos, utilizados en una población de viveros tecnológicamente homogéneos, y las características de un tipo de planta en maceta de amplia difusión comercial (*Viola x wittrockiana*) producidas bajo esas condiciones. Luego se contrastan dichas características con parámetros que definen la “calidad” de las mismas.

En segundo lugar, se presentan las normas de calidad exigidas a sus proveedores por las subastas holandesas (“Veilings”), así como las características de los sistemas de certificación de calidad más utilizados a nivel europeo.

Por otra parte, se realiza un exhaustivo análisis de los sustratos empleados, a los efectos de identificar aquellas de sus características que se vinculen con un mayor nivel de calidad y estado nutricional de las plantas.

A continuación se estudia el estado nutricional de la planta investigada (*Viola x wittrockiana*), analizando en el laboratorio las muestras de plantas provenientes de los viveros objeto de esta tesis. Sobre estas muestras se realizan los análisis estándar para la determinación del estado nutricional de la planta (macro y micro elementos, relación C/N); características físicas de los sustratos y también se establecen los parámetros de calidad que se usan en las subastas holandesas.

La reducida amplitud de la muestra no puede permitir, “a priori”, alcanzar correlaciones con un alto grado de significación, pero sí establecer relaciones plausibles entre los parámetros estudiados. Sin embargo, estas relaciones pueden ser de un gran valor práctico para los productores en el momento de contestar la pregunta: “¿Qué tipo de sustrato debo utilizar?; así también como en dilucidar la compleja relación entre aspectos nutricionales y de calidad. De esta forma, los productores podrán tomar una decisión técnica de importancia crucial con los ojos puestos en un resultado de verdadero interés comercial.

Se espera, entonces, que el estudio abra nuevas avenidas de investigación que permitan dilucidar más aspectos que vinculen las decisiones técnicas tomadas a nivel del invernadero con el desarrollo de la calidad del producto, de forma de que este último sea mejor valorado por los mercados.

## 1.1 Sustratos

### 1.1.1 Definición

La definición que el Real Decreto 865/2010, del 2 de julio de 2010 (Ministerio de la Presidencia, 2010), sobre sustratos de cultivo da sobre este tipo de insumos es muy sintética. Dice, literalmente: “*Sustrato es un material sólido, distinto de suelos in situ, donde se cultivan las plantas.*”

Según Terés (2010), sustrato, en su acepción hortícola, es todo material sólido, de composición y estructura distinta a la del suelo, cuya función principal consiste en permitir el anclaje de las raíces de las plantas. De acuerdo con sus características (químicamente activo o inerte), puede o no intervenir cediendo componentes en el proceso de nutrición de la planta. Existe un gran número de tipos de sustratos, de síntesis o en base a residuos de otras actividades, orgánicos o minerales.

De acuerdo con las disposiciones del RD 865/2010, sólo podrá ser considerado sustrato de cultivo el que reúna los siguientes requisitos:

- Que permita el desarrollo de las plantas de manera eficaz.
- Que se disponga de métodos adecuados de toma de muestras, de análisis y de ensayo para comprobar sus características y cualidades.
- Que en condiciones normales de uso no produzca efectos perjudiciales para la salud y el medio ambiente.
- Que no sea portador de plagas ni patógenos causantes de enfermedades vegetales.
- Que esté libre de semillas y propagadores de malas hierbas, salvo en algunos tipos (de materiales o sustratos), como arcilla, arenas y gravillas, tierra natural y tierra vegetal.

### 1.1.2 Materiales usados como sustratos

El sustrato es un medio poroso, donde se desarrolla el sistema radicular de la planta. Este medio debe realizar las siguientes funciones para la planta: asegurar su anclaje, servir de vehículo para que la planta tenga la suficiente agua y nutrientes y permitir la disponibilidad de oxígeno indispensable para el crecimiento de las raíces. Numerosos materiales porosos se adaptan a cumplir



estas funciones básicas, aunque la gran variabilidad de sus características lleva a que cubran sus funciones de distinta manera, lo que permite, a su vez, un amplio rango de especialización.

Los productos que pueden comercializarse como sustratos de cultivo o como componentes de los mismos deben pertenecer a uno de los siguientes grupos:

- Grupo 1: Productos orgánicos.
- Grupo 2: Productos minerales.
- Grupo 3: Productos de síntesis.
- Grupo 4: Productos preformados.
- Grupo 5: Sustratos de cultivo de mezcla.

En el anexo I del Real Decreto 865/2010 se describen y especifican los productos de cada grupo.

El **grupo 1**: productos orgánicos, incluye distintos tipos de compost. El compost, en general, se describe como un producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica, incluyendo fase termofílica, de materiales orgánicos biodegradables, bajo condiciones controladas. El anexo V del Real Decreto mencionado incluye una larga lista de materiales orgánicos compostables. Se exige un 20% de materia orgánica sobre el contenido de materia seca de este tipo de composts.

Los composts de restos de cultivo de setas, de estiércol y vegetal (restos de poda, hojas, hierba cortada y otros restos vegetales), tienen un tratamiento especial dentro del grupo orgánico, quizá por su importancia cuantitativa y/o su ubicuidad. Al compost vegetal se le exige un contenido de materia orgánica mínimo del 40% de la materia seca. La corteza de pino también se composta, debiendo tener un mínimo de 30% de materia orgánica.

Este último producto puede también usarse como sustrato luego de ser simplemente compostada durante un período de tiempo no menor a seis meses, o esterilizada mediante aire caliente. En este último caso se le exige un contenido de materia orgánica no menor del 50%.

Similares por el contenido de materia orgánica exigido - mínimo 80%- son la fibra de coco y la fibra de madera. Esta última - madera no tratada

químicamente- se trata por procedimientos mecánicos y, opcionalmente, al vapor.

Las turbas son productos orgánicos de gran importancia. Se distinguen dos tipos, la turba vegetal y la turba de *Sphagnum*.

Las turbas herbáceas son un material orgánico procedente de las llamadas turberas bajas y formadas a partir de especies vegetales (*Carex*, *Phragmites*).<sup>1</sup> Su contenido en materia orgánica debe superar el 45% (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2005).

Las turbas de *Sphagnum* se originan a partir de musgos del género botánico homónimo, y lo hacen en turberas altas<sup>2</sup>. Para esta variedad de turba se especifica que su contenido en materia orgánica debe ser superior al 90% del peso de materia seca.

La comparación entre sustratos orgánicos de origen mineral (turbas) y sustitutos vegetales es relevante y viene siendo practicada desde mucho tiempo debido a problemas de costos relativos, a posible agotamiento de las turberas y a los daños medioambientales resultantes de la explotación de este recurso. Dado el número y complejidad de las variables a manejar durante esas comparaciones, los trabajos de este tipo abundan, pero muchos apuntan a la posibilidad de sustituir parcialmente las turbas por materiales orgánicos de otro origen. En un temprano trabajo comparando sustratos basados en turba *Sphagnum* por un lado y en polvo de fibra de coco por otro, los resultados, medidos en el desarrollo de la ornamental *Dieffenbachia* fueron

---

<sup>1</sup> El Diccionario Forestal publicado por la Sociedad Española de Ciencias Forestales (Madrid, Mundiprensa, 2005), en su entrada para turberas bajas, establece: "Tipo de tremedal o pantano compuesto de suelo turboso o humífero formado en aguas eutróficas o mesotróficas (en general, el drenaje de una cuenca próxima hacia un sitio de retención, por lo común un antiguo lago) y por tanto relativamente rico en minerales, lo que se refleja en el tipo de vegetación. Se le llama así en contraposición con la turbera alta."

<sup>2</sup> El mismo Diccionario Forestal escribe, en el artículo sobre turberas altas: "Tipo de tremedal en que tanto la vegetación como la turba son pobres en elementos nutrientes, habiéndose desarrollado la vegetación en hoyas que reciben escorrentías pobres en minerales de nitrógeno (como las de suelos gruesos o silíceos) o bien en sitios de clima fresco y húmedo (como en las latitudes elevadas), donde las cuantiosas precipitaciones han lixiviado la mayor parte de las sustancias nutrientes del suelo y formado encharcamientos la mayor parte del año, dando lugar a mantas de fango o mantas de turba. Los herbazales de *Sphagnum* y *Eriophorum* y los matorrales de ericáceas son típicos de la vegetación de turbera alta que se dan en zonas templadas del Norte..."

consistentemente superiores en el caso de las segundas muestras (Stamps & Evans, 1997).

El vermicompost o humus de lombriz se obtiene a partir de materias orgánicas mediante digestión por lombrices bajo condiciones controladas. El contenido de materia orgánica debe ser superior al 30%.

La cáscara de arroz procede de la cubierta del grano de *Oryza sativa*. Se le puede usar directamente o tras aplicar un tratamiento. El contenido mínimo de materia orgánica no puede estar por debajo del 60%.

Entre los sustratos orgánicos están adquiriendo gran importancia técnica y económica los llamados “sustratos alternativos”, tanto por consideraciones económicas como medioambientales (Urrestarazú et al., 2005). Considerándose como tales a un grupo de sustratos biodegradables para cuya fabricación se aprovechan residuos de actividades industriales, como la fibra de pino o la cáscara de almendra.

En el origen de esta búsqueda de alternativas están reflexiones medioambientales: los sustratos inorgánicos generan un gran volumen de residuos - entre 6 y 10 Mg por hectárea, mientras que los orgánicos naturales - turbas, presentan el problema del agotamiento del recurso.

Este tipo de sustratos, para ser una alternativa agrícola viable y económicamente rentable deben ser biodegradables, estar fácilmente disponibles localmente (minimizar costos de transporte), ser de fácil manejo por su bajo peso y presentar una durabilidad de al menos dos campañas.

La fibra de pino, obtenida a partir de la desfibración de la celulosa de madera de baja densidad, usando restos de aserrado de *Pinus insignis*, cumple con estos requisitos y además ha demostrado rendimientos productivos similares a otros sustratos orgánicos e inorgánicos de uso corriente (Urrestarazú et al., 2005).

Otra forma de sustrato orgánico que presenta características agrícolas de interés es el llamado vermicompost, que es el resultado de la transformación de materiales orgánicos - estiércol de animales domésticos, residuos de plantas, residuos urbanos- para obtener nuevos materiales más humificados para uso agrícola. La acción de lombrices, en este caso, arroja una materia orgánica transformada de ese nombre, un producto utilizable como sustrato

hortícola y fertilizante de suelo, con buen contenido de nutrientes y liberación equilibrada de los mismos (Hernández et al., 2008).

El proceso de vermicompostaje es una alternativa al compostaje convencional. Éste último se produce mediante una biooxidación acelerada de la materia orgánica a través de una fase termofílica, con temperaturas que alcanzan los 65°C.

En el vermicompostaje esa fase termofílica es sustituida por la acción de las lombrices de tierra, las cuales durante su proceso de alimentación fragmentan residuos, incrementan la actividad microbiana y los índices de descomposición y de mineralización de los residuos orgánicos, alcanzando de esta manera el proceso de compostaje. La materia orgánica es oxidada y estabilizada. El producto final, llamado vermicompost, puede clasificarse como fertilizante orgánico, como mejorador del suelo y como medio de crecimiento. Tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico (CIC) y está constituido por materiales finamente divididos, con gran porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de la humedad (Moreno Reséndez, 2004).

La sustitución de un sustrato comercial para planta de temporada por estiércol de cerdo vermicompostado, en proporciones crecientes conduce a cambios considerables en las características físico-químicas del medio, lo que repercute en el desarrollo de las plantas utilizadas en el experimento que sobre ese medio crecen. El porcentaje de porosidad total, el porcentaje de espacio aireado, el pH y el contenido de amonio disminuyeron significativamente con el aumento progresivo del porcentaje de vermicompost en el medio, mientras que la conductividad eléctrica, la densidad aparente, la actividad microbiana y el contenido de nitratos evolucionan en sentido contrario (Atiyeh et al., 2001).

El **grupo 2** de sustratos engloba a los productos minerales no orgánicos. Aquí se incluyen arcillas, arena, gravillas y grava, cerámica, perlita, material recuperado de construcción, tierra natural y vermiculita.

La arcilla es un material silicatado proveniente de depósitos naturales. Más del 50% de su peso debe estar constituido por partículas menores de 2 micrómetros de diámetro, y el contenido de carbonatos totales inferior al 10% de ese peso. Estructuralmente hablando, las arcillas son filosilicatos o silicatos laminados que se clasifican de acuerdo al apilamiento de las capas que las

constituyen. Como componentes de los sustratos son relevantes las arcillas trilaminares o del tipo 2:1, entre las que se cuenta la vermiculita.

La utilización de arcillas como componentes de sustratos permite incrementar su capacidad de retención de agua, así como la rehumectación del sustrato tras un período de sequedad. Mediante la alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) de la arcilla se incrementan también las propiedades tampón del sustrato, lo que asegura un suministro estable de nutrientes a la planta y disminuye el riesgo de daños por exceso de sales.

En lo que se refiere a los efectos sobre las plantas de una mezcla de arcillas en el sustrato, se ha comprobado que el factor decisivo es la CIC del mineral utilizado, así también como su proporción en la mezcla. Así, con arcillas de alto CIC, como la montmorillonita, se obtienen efectos sobre las plantas ya a partir de pequeños porcentajes en la mezcla.

Otro efecto positivo del mezclado de arcillas en los sustratos es su efecto sobre el hábito de crecimiento de las plantas. Experimentos realizados con distintas especies de plantas de maceta (crisantemos, Cyclamen, Impatiens, petunias, prímulas, Poinsettias) han mostrado que el añadir arcilla a sustratos basados en turba resulta en un crecimiento más compacto de las plantas (Lohr, 2009a).

La arcilla cocida es un producto obtenido por calentamiento de gránulos de arcilla, mientras que la arcilla expandida se origina por transformación, mediante procesos específicos, de la arcilla cocida. La arcilla granulada se origina sometiendo a la arcilla procedente de yacimientos naturales a un proceso de granulación. La arcilla expandida se utiliza en cultivo hidropónico y como complemento del sustrato en planta en maceta, en ornamentación de edificios y en planta de interior. El producto mejora el drenaje del sustrato e incrementa su estabilidad estructural. Su fracción en la mezcla debe ser relativamente importante. El producto tiene además la ventaja de su escaso peso, lo que facilita su manipulación y transporte (Lohr, 2009b).

Las arenas y gravillas son productos minerales, silicatadas e inertes, procedentes de depósitos naturales,. En su forma natural, por lo menos el 80% de su peso debe presentarse en partículas entre 0,05 y 5 mm de diámetro y el contenido de dióxido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) será también superior al 80%.

Una variante en cuanto a su origen -aunque no a su distribución de tamaño de grano- son las arenas y gravillas volcánicas, procedentes de materiales volcánicos expandidos de forma natural, que pueden presentarse triturados.

La grava difiere básicamente de las anteriores en su distribución de tamaño de grano; procede de canteras naturales y las partículas mayores de 5 mm deben superar el 80% del peso.

El “picón” es lava triturada o grava volcánica porosa, un producto procedente de material volcánico expandido de forma natural. Las distintas formas de material de este origen se caracterizan por su gran porosidad, aunque su composición mineral suele ser heterogénea. Esto, no obstante, no repercute en sus numerosas aplicaciones en jardinería y horticultura. Los productos originados en lava volcánica son levemente alcalinos o levemente ácidos, tienen una baja CIC y una gran porosidad, lo que confiere a los sustratos derivados una buena aeración y una buena capacidad de retención de agua. Son productos muy estables, condición que le transmiten al sustrato y que es el principal motivo de su utilización (Jauch, 2009).

La perlita es un material granular fabricado a partir de roca volcánica hidratada natural, el vidrio natural conocido como obsidiana. Con el paso del tiempo, debido a la meteorización y desvitrificación se forma una piedra desagregada, la perlita, que se obtiene de minas a cielo abierto. El material original se expande lentamente mediante aplicación lenta de calor, hasta un volumen entre 10 y 25 veces mayor que el original. El resultado final es un granulado, poroso, blanco-grisáceo con una densidad de solamente 50/100 g/l.

La perlita es un material inerte, que no influye en la disponibilidad de nutrientes ni en el pH del medio. El pH de la perlita oscila entre 7 y 8; neutro a levemente alcalino. La capacidad de retención de agua depende del granulado, oscilando entre el 25 y el 50%. La perlita está libre de patógenos y de semillas de malezas. Se utiliza como componente de sustratos con el fin de incrementar su aeración y la estabilidad de su estructura. Su escaso peso le da, además, ventajas en el transporte y manipulado (Lohr, 2009c).

La cerámica triturada procede de materiales artificiales, ladrillos u otros materiales de construcción a base de arcillas cocidas. El RCD recuperado de

construcción procede, como su nombre indica, de materiales de construcción previamente seleccionados y triturados.

El ladrillo triturado puede clasificarse, según su origen, como procedente o no de reciclado de la industria de la construcción. La diferencia más importante entre ambos tipos es que los reciclados de la construcción contienen restos de argamasa, lo que le confiere al sustrato un pH alcalino. El ladrillo de esta procedencia debe ser también examinado por la posible procedencia de otros contaminantes, como metales pesados.

Sustratos conteniendo ladrillo molido en su mezcla tienen una alta capacidad de retención de agua y al mismo tiempo una buena aeración. Agregando un pequeño porcentaje (3-8%) de materia orgánica se puede mejorar aún más la capacidad de retención de agua. También aporta estabilidad al sustrato, aunque en este caso su proporción debe ser bastante alta, mayor del 30% en volumen (Bucher, 2009).

La sepiolita es un silicato natural hidratado, mientras que la vermiculita es un material granulado fabricado a partir de minerales de mica hidratados naturales, expandido/exfoliado con calor para dar lugar a una estructura laminar.

Por último, puede incluirse dentro de esta categoría la tierra natural, constituida por una mezcla de arcilla, limo y arena.

El **grupo 3** está constituido por productos de síntesis, minerales u orgánicos. Solo tres componentes de sustratos pertenecen a este grupo. Se trata de espuma de urea formaldehído, lana mineral granulada (lana de roca) y poliestireno expandido.

La espuma de urea-formaldehído es un producto obtenido de la copolimerización de urea y formaldehído, y se presenta bajo forma de espuma granular.

La lana mineral es un material aislante térmico, incombustible e imputrescible. La lana mineral granulada se obtiene por hilado y granulado de la lana mineral.

La cualidad más destacada del poliestireno es que no constituye un sustrato nutritivo para microorganismos. No se pudre ni enmohece, no contribuyendo, entonces, a la difusión de enfermedades entre los vegetales. La

expansión térmica del mismo en un proceso industrial le da la estructura necesaria para ser usado como sustrato.

El **grupo 4**, según el Real Decreto 865/2010, incluye productos preformados como sustratos de cultivo. Se trata de espuma de polifenol, de poliuretano, de urea-formaldehido y lana de roca, todos presentados bajo formas determinadas.

La espuma de polifenol es un producto obtenido por polimerización de dos o más grupos hidroxil polifuncionales, que contienen componentes con di- o polifenoles, dando lugar a un material orgánico sintético no granular.

En la espuma de poliuretano, los elementos iniciales son, como en el caso de los polifenoles, grupos hidroxil polifuncionales, a los que se introducen di- o poliisocianatos. El resultado es un material orgánico sintético no granular, similar al anterior.

La espuma de urea-formaldehido es otro polímero, resultante de la concatenación de esos dos compuestos, que se presenta de una forma rígida, mientras que la lana mineral rígida es el producto del hilado de la lana de roca., dando lugar a un material no granular.

El **grupo 5** reúne a la tierra vegetal y a una clasificación genérica de sustratos mezcla.

La tierra vegetal, al contrario de lo que parece indicar su nombre, es un producto que se obtiene de la mezcla de tierra natural, arena, gravillas, gravas o productos orgánicos descritos bajo el grupo 1. Se requiere que el contenido de materia orgánica oscile entre el 3 y el 15% del peso en materia seca. Los sustratos de mezcla son todos aquellos que se obtienen a partir de distintas mezclas de los incluidos en los cuatro grupos discutidos.

Las principales características, que se buscan con las distintas mezclas de materias primas son:

- Buena estabilidad estructural.
- Bajo contenido de sales.
- Estar libre de malas hierbas.
- Calidad homogénea.
- Alta porosidad de aire.



- Capacidad tampón, evitando bruscas oscilaciones de salinidad y pH.
- pH corregidos a los rangos óptimos para cada uno de los cultivos ornamentales.
- Aportaciones de macro y micro elementos necesarios para el desarrollo inicial de los cultivos.
- Estructuras finas, semigruesas o gruesas, dependiendo del tipo de contenedor o bandeja, especie y ciclo de cultivo.

Los parámetros generales usados para caracterizar un sustrato son: pH, conductividad eléctrica (CE), granulometría de la turba, fertilizantes añadidos, agentes humidificadores, agentes antagónicos añadidos (*Fusarium circinatum*).

### **1.1.3 Composición de los sustratos comerciales**

Según Fischer (1996), los sustratos hortícolas deben contener una serie de características importantes que se presentan a continuación:

- Alta capacidad de adsorción.
- Alta capacidad de retención de agua.
- Buena capacidad de re-hidratación después de secado.
- Estabilidad de la estructura física, a lo largo del tiempo.
- Gran capacidad de aeración, incluso bajo saturación de agua.
- Gran poder tampón, con las variaciones del pH.
- Estar libre de sustancias que inhiban el crecimiento y el desarrollo de las plantas.
- Alta capacidad de intercambio catiónico(CIC)
- Poca actividad biológica.
- Prever la dinámica de los nutrientes.
- Tener un comportamiento estable, incluso para distintos manejos de cultivo.

Es muy importante tener en cuenta que las características físicas de un sustrato comercial, tienen mucha más influencia en el resultado final de la mezcla que las propiedades individuales de cada uno de los componentes de la mezcla. En consecuencia, si añadimos elementos finos a un sustrato de cultivo, tendremos una disminución de la porosidad, ya que las partículas más finas

ocupan los espacios libres entre los componentes de mayor granulometría (Ansorena, 1994).

Los sustratos comerciales utilizados en Europa se elaboran preponderantemente a partir de mezclas equilibradas de turbas rubia y negra, originadas en pantanos y turberas supra-acuáticas del Norte de Europa, en regiones con inviernos muy intensos. Con las turbas, se mezclan otros materiales, en porcentajes más bajos, como Bentonita, Perlita, Fibra de Coco, Carbonato de Calcio, abonos complejos y complejos de microelementos.

De manera general, se ha constatado que las presentaciones comerciales más utilizadas son Granel, 100 litros, 300 litros y Big Bale, en las principales empresas del sector a nivel europeo.

Debido a la necesidad de disminuir el impacto ambiental de la extracción de las materias primas tradicionales, como las turbas de *Sphagnum*, hay un creciente aumento de la utilización de subproductos del cultivo y elaboración del coco, *Cocos nucifera L.* La fibra de coco es en general un material renovable, respetuoso al medio ambiente y degradable. Las principales características de la fibra de coco, son:

- Alta estabilidad, debido a su elevado contenido de lignina.
- Encogimiento mínimo y rápida re-saturación.
- Alta capacidad de retención de agua (próxima al 60%).
- Buena porosidad de aire, cercana al 30%, lo que permite altas tasas de difusión de oxígeno en las raíces.
- Alto contenido de sales, lo que obliga a un intenso lavado, antes de la utilización como sustrato de cultivo.

Hoy en día, las principales empresas que suministran los sustratos a los viveros de producción en España y Portugal, utilizan como materia prima para la elaboración de los sustratos, los materiales listados a continuación:

- Turba Negra.
- Turba Rubia.
- Abono Complejo – NPK.
- Agentes Humectantes.
- Arcilla Expandida.

- Arcilla Granulada (Clay Granulates).
- Arcilla Montmorillonita

La montmorillonita es un mineral del grupo de los silicatos y del subgrupo de los filosilicatos. Se trata de un hidroxisilicato de magnesio y aluminio que es soluble en ácidos y se expande en contacto con el agua. Su composición química es variable.

- Arena.
- Bentonita Extra Absorbente.

La Bentonita es una arcilla, de la Montmorillonita. Sus principales características son poseer grano muy fino y hierro en su composición. La Bentonita sódica tiene gran capacidad de absorción de agua. Su coloración se está directamente relacionada con la presencia de hierro en su composición.

- Carbonato Cálcico.
- Cáscara de Arroz.
- Cocopor<sup>®</sup>. Es una marca registrada de la empresa Stender ([www.stender.de](http://www.stender.de), 2014).

Cocopor<sup>®</sup> es uno de los componentes de la gran mayoría de los sustratos de la empresa Stender, con un porcentaje entre 15% y 30%. Su composición es 80% de fibras de frutos de coco, con baja salinidad y un 20% de turba de *Sphagnum*. Es un producto utilizado en muchas especies de plantas ornamentales cultivadas en contenedores, muy compatible con riego automático, incluso en el cultivo de plantas perennes.

Sus principales ventajas en el cultivo de plantas ornamentales son mejorar la aeración, retención y transporte de agua por capilaridad. En comparación con otros materiales a base de fibra de coco, tiene un bajo contenido en sal y no altera el pH del sustrato. Como tiene una longitud de fibra bien definida, es muy adecuado para el llenado automático de las macetas (Thomsen, 1999).

- Compost de Sustrato.
- Compost Verde.
- Corteza de *Pinus*.
- Fibra de Coco.

- Gramofibre® Marca registrada de la empresa Gramoflor (www.gramoflor.de, 2014 ), compuesto por fibras de turba con una estructura muy estable.

*GramoXchange*®. Es una marca registrada de la empresa Gramoflor. Es un aditivo especial con una gran capacidad de reacción en superficie, lo que posibilita una gran capacidad tampón. Los sustratos que contienen *GramoXchange*®, debido su reducido peso y tamaño, tienen la ventaja de presentar menos problemas de compactación, si se comoparan con las arcillas tradicionales, aparte de mejorar la aeración y drenaje de los sustratos. Garden Magazine(2002).

- Humectante Floragard Flora-Instant Plus.

Floragard Flora-Instant Plus es un aditivo de larga duración (hasta seis meses) que mejora la absorción y rehidratación del sustrato, incluso después de secarse. También fomenta la distribución homogénea de agua por el sustrato y hace que el sustrato absorba la humedad desde el primer riego, (www.horticom.com, 2013).



Figura 1. Efecto del humectante Floragard Flora-Instant Plus (fuente www.horticom.com, FECHA)

- Humus de Corteza.
- Micro elementos.
- Orgapor (®Stender).
- Perlita.
- Xylit (®Stender).

#### **1.1.4 Criterios de selección de un sustrato**

El seleccionar un determinado sustrato requiere tener en cuenta algunos aspectos. Entre los más importantes están la disponibilidad y homogeneidad del material, su coste, la experiencia que la empresa tenga en su utilización y, el impacto ambiental producido tanto por el proceso de la obtención del material como por el de su eliminación al final de su vida útil. Y todo ello, por supuesto, en el marco del tipo de producción que se lleva a cabo y de las propiedades físicas y químicas del sustrato en sí.

Existen o pueden considerarse cuatro grandes áreas de uso de sustratos:

- Producción viverista.
- Multiplicación de plantas.
- Hidroponía.
- Jardinería.

Dentro de la producción viverista, a su vez, se plantea la producción de planta de temporada, de planta de exterior y de planta de interior. En planta de temporada y planta de interior predomina el uso de la turba rubia y de la fibra de coco, mientras que en la planta de exterior se agregan, a los dos tipos anteriores, compostados a base de corteza de pino, orujo de uva, o similares. El tipo de sustrato a utilizar depende de los distintos tipos de manejo en los viveros.

Hay que tener en cuenta, si la planta en producción es de ciclo largo o ciclo corto. A mayor tiempo que la planta deba permanecer en el contenedor, más importante es que el sustrato no se degrade rápidamente. Dependiendo si se esperan períodos largos con carencia de riego (transporte, en el punto de venta), o si este es frecuente, se preferirá un sustrato con mayor capacidad de retención de agua y nutrientes o con mayor aeración y permeabilidad. Este último factor ha mostrado gran importancia en el desarrollo de plantas en contenedor con sustratos de distinta aeración (Gabriels, 1985).

En viveros de multiplicación, el factor limitante es el reducido tamaño del alvéolo/contenedor. Es por eso que se buscan sustratos de alta capacidad de retención de agua. La tendencia es también a diferenciar las características de los mismos, según se realicen semilleros, enraizamiento de esqueje o

forestación. En bandejas de multiplicación es importante que el cepellón no se rompa al extraerlo del alvéolo, por lo cual en multiplicación se prefieren sustratos fibrosos, como la turba rubia y negra.

En hidroponía, la capacidad de intercambio catiónico deja de tener importancia, pues el sustrato no necesita tener reserva de nutrientes. Los sustratos más frecuentemente usados son los inertes, como la perlita, la lana de roca o la arena.

En jardinería y bricolaje se consumen básicamente tierras de jardinería y sustratos para macetas y jardineras. En jardinería es muy importante el consumo de materiales compostados mezclados con otros componentes. Últimamente, se están ofertando sustratos que tienen turbas rubia y negra, materia orgánica y perlita en su composición.

Los grandes productores internacionales de sustratos ofrecen a sus clientes amplias gamas, ya sea de productos terminados o de elementos para componer los propios sustratos, de acuerdo con las necesidades del viverista. Esos amplios catálogos confirman en la práctica las reflexiones citadas en párrafos anteriores con respecto a la amplia variación de tipos de sustratos de acuerdo con las necesidades de los cultivos.

Una línea completa disponible, por ejemplo, incluye en su oferta varios tipos de sustratos para cada una de las siguientes actividades de producción de ornamentales: reproducción, planta joven, planta de temporada y patio, planta en maceta, sustratos especiales para Ericas y azaleas y mejoradores de suelos. Las empresas importantes cuentan con sustratos ecológicos en sus líneas de producto. En el caso de los sustratos para la producción de planta en maceta, la reflexión central es obtener un buen balance entre la capacidad de retención de agua y de intercambio catiónico del sustrato - necesario para superar condiciones de estrés en caso de transportes prolongados o exposición en puntos de venta no óptimos- y de obtener un buen drenaje. La mayoría de las alternativas se decantan, por un buen contenido de turbas de *Sphagnum*, fibrosas, y eventualmente complementadas con perlita o arcillas, según se necesite un medio más denso o más liviano, actuando también las arcillas como tampón en la estabilización del pH. Hay que tener en cuenta que las turbas rubias, procedentes de *Sphagnum* suelen caracterizarse por su buena

estabilidad y buen comportamiento en lo que respecta a contenido e intercambio de nutrientes.

En el caso de la formulación de sustratos para el cultivo de planta ornamental en maceta, la turba rubia ha sido muy utilizada durante años, y continúa siéndolo, dado sus excelentes cualidades como sustrato de base aunque actualmente se hacen considerables esfuerzos por sustituirla, debido a su elevado precio y a los considerables daños ecológicos que conlleva su obtención.

En España, como resultado de numerosas investigaciones, se están introduciendo materiales orgánicos disponibles localmente como materia prima para nuevos tipos de sustratos, entre los cuales se encuentran residuos y subproductos agrícolas, ganaderos, forestales, urbanos, etc., a los cuales hay que añadir materiales importados renovables, ya suficientemente conocidos, como la fibra de coco.

En experimentos realizados en Brasil con *Viola tricolor* cultivada sobre distintas mezclas de vermicompost desarrollado sobre diferentes materiales base estiércol (bovino, equino, residuos de café), se llega a la conclusión que un factor determinante de rendimientos satisfactorios, bajo condiciones de nutrición similares, es la capacidad de aeración del sustrato, que a su vez se debe a un mayor contenido de fibra del material de base estiércol equino (Xavier et al., 2007).

Hay que tener en cuenta que la elección de un nuevo sustrato significa la elección de un nuevo sistema de cultivo, no sencillamente un cambio de sustrato. De esta manera se puede asegurar que el factor determinante del éxito de un cultivo en contenedor o maceta, depende de la elección adecuada del sustrato de cultivo (Ansorena, 1994).

Las propiedades que caracterizan a un sustrato pueden asignarse a una de las siguientes categorías: físicas, físico-químicas, químicas y biológicas.

### **1.1.5 Propiedades físicas**

Las propiedades físicas de los sustratos se caracterizan por ser prácticamente inalterables una vez que el material está colocado y en uso, o sea después de seleccionado un sustrato. Al contrario que las propiedades químicas, es muy difícil alterar las propiedades físicas de un sustrato.

Unas de las características físicas más importantes de un sustrato es la regulación del suministro de aire y agua. Los buenos sustratos de cultivo deben tener una elevada porosidad y capacidad de retención de agua, además de un drenaje rápido y una buena aeración (Ansorena, 1994).

La distribución del tamaño de poro condiciona el manejo del agua en el sustrato. La fase sólida de los sustratos está normalmente constituida por partículas sueltas de distintos tamaños. Esas partículas suelen tener forma granular, como en las cortezas, aunque no siempre es así. Las partículas de turba son, por ejemplo, fibrosas. El espacio poroso está constituido por los espacios interparticulares, resultando del contacto entre esas partículas, aunque algunos materiales presentan también espacios intraparticulares. La distribución del tamaño de las partículas y de los intersticios interparticulares que configuran los poros determina el volumen disponible para ser ocupado por aire y agua a distintos niveles de humedad.

Los materiales de textura gruesa, con tamaño de partícula superior a  $0,9 \mu\text{m}$  y con poros grandes, de diámetro superior a  $100 \mu\text{m}$ , mantienen cantidades reducidas de agua y están bien aireados.

Los materiales finos, con partículas inferiores a  $0,25 \mu\text{m}$  y diámetro de poro inferior a  $30 \mu\text{m}$  retienen grandes cantidades de agua, pero difícilmente disponible. Su aireación es, por lo demás, deficiente.

Desde este punto de vista, el mejor sustrato se define como una materia de una textura media a gruesa, con una distribución de tamaño de poro entre  $30$  y  $300 \mu\text{m}$ , equivalente a una distribución de tamaño de partícula entre  $0,25$  y  $2,5 \mu\text{m}$ . Con estas dimensiones, el medio retiene suficiente agua fácilmente disponible y posee, además, un adecuado contenido de aire.

La distribución de tamaño de las partículas de los sustratos se expresa mediante un único parámetro, el "índice de grosor". Ese índice se define como el porcentaje acumulado, en peso o volumen, de partículas con un diámetro



superior a 1 mm. Suele estar bien correlacionado con las propiedades hidrofísicas de un sustrato (Urrestarazú, 2004).

Comparando el cultivo en suelo con el cultivo en sustratos en macetas y contenedores, el nivel de exigencia de las propiedades físicas de aeración y retención de agua, son mucho mayores en el caso de los sustratos. Estos deberán tener una elevada porosidad (mínima del 85%), para que puedan alojar, en un pequeño volumen de contenedor, elevadas cantidades de aire y agua (Ansorena, 1994).

Las propiedades físicas de los sustratos y su influencia sobre los intercambios hídricos y gaseosos afectan a la productividad de los cultivos en contenedor, ya que las plantas requieren agua abundante y fácilmente utilizable. A su vez, la presencia de agua influye sobre la aeración y afecta así a la respiración de las raíces.

**La relación aire-agua** es consecuencia directa de la distribución del tamaño de los poros y tiene una influencia central en la retención de humedad en el medio y, en consecuencia, en la oxigenación y desarrollo de las raíces.

**La densidad aparente** es una magnitud aplicada en materiales porosos como suelo o sustratos, los cuales forman cuerpos heterogéneos con intersticios de aire, de forma que la densidad total del cuerpo es menor que la densidad del material sólido si se compactase.

La densidad aparente es un parámetro importante desde el punto de vista logístico, ya que sustratos y contenedores deben ser transportados y manipulados, estableciendo para ello el peso y el volumen limitaciones técnicas y económicas. La densidad aparente influye también en el anclaje de las plantas. En el invernadero, donde el viento no es un factor a tener en cuenta, una densidad aparente de  $0,15 \text{ g cm}^{-3}$  suministra un anclaje suficiente a la mayoría de las plantas, al aire libre no se deben utilizar sustratos con una densidad aparente menor a  $0,50 \text{ g cm}^{-3}$ .

Este parámetro se incrementa con el grado de descomposición o compostaje de los materiales orgánicos y su contenido mineral (cenizas) y disminuye con el contenido de agua, principalmente tratándose de materiales expansibles.

**La densidad real** se refiere a la densidad media de la fase sólida o densidad de las partículas. Para un sustrato dado será prácticamente constante al largo del tiempo. Este parámetro es independiente de la estructura del sustrato y varía poco con el tamaño de partícula, dependiendo sobretodo de tipo de material que constituye un sustrato dado.

**La porosidad** se define como el espacio de huecos que se origina entre las partículas sólidas orgánicas y en su caso minerales, o sea, es el porcentaje de volumen total ocupado por poros. El espacio poroso de un sustrato está ocupado por las fases líquida y gaseosa, y cuando está seco define el espacio de huecos. Destaca como valor crítico de aeración de un sustrato el volumen equivalente a un 10% de porosidad.

**El grado de saturación** es la cantidad de agua presente en un medio poroso, como el suelo o los sustratos, se denomina grado de saturación, S. Formalmente se define como el volumen de agua en los poros,  $V_a$ , dividido entre el espacio total de los poros,  $V_p$ . Designando el grado de saturación por S y expresándolo como porcentaje se obtiene la expresión:

$$S = \left( \frac{V_a}{V_p} * 100 \right) (1)$$

**La conductividad hidráulica (K)** expresa la permeabilidad del material. Su valor refleja la intensidad del flujo de líquidos a través del mismo. La velocidad de ese flujo es directamente proporcional a la conductividad hidráulica y al gradiente hidráulico. Su valor es máximo en condiciones de saturación ( $K_{sat}$ ), y está estrechamente relacionado con la forma, tamaño y tortuosidad de los poros y con el tipo de superficie (hidrófila/hidrófoba) de las partículas del sustrato.

En condiciones de no saturación ( $K_{insat}$ ), el valor de la conductividad hidráulica disminuye, influyendo sobre ella, además de los factores anteriormente mencionados, el volumen de agua contenido en el sustrato.

**La mojabilidad** es un concepto que ayuda a comprender por qué el agua se eleva en un tubo. Es la tendencia del líquido a extenderse y dejar una traza sobre la superficie de un sólido. En el caso de los sustratos, el agua se

adhiera a las partículas del sustrato poroso – “moja” preferentemente a las partículas sólidas antes que al aire. De esta forma, el líquido es sostenido por la fracción sólida.

El agua de un medio poroso se mueve hacia arriba de la superficie freática<sup>3</sup> y las trayectorias entre los granos actúan como capilares. De esta forma el agua puede fluir hacia arriba, dado que la presión en estas zonas es menor que la atmosférica (capilaridad).

Los materiales con componentes finos ocasionan que el agua fluya hacia arriba, más allá de lo que podría hacerlo en materiales con componentes más gruesos. Si un medio tiene componentes de distintos tamaños, la tendencia del agua será a moverse más hacia arriba en la zona donde los componentes son más finos.

**La contracción de volumen.** Al perder agua, un medio poroso disminuye también su volumen, y viceversa. El porcentaje de humedad del medio para el cual una reducción de la misma no causa disminución de volumen es el límite de contracción. A partir de ese valor límite en el contenido de humedad no se registran cambios adicionales en el volumen por pérdida adicional de agua de los poros.

---

<sup>3</sup> La superficie freática constituye el límite superior de la zona saturada, donde el agua rellena completamente los poros del medio. Hacia arriba se extiende la zona de aireación o vadosa, donde no todos los poros están llenos de agua.

### 1.1.6 Propiedades químicas

Las propiedades químicas de los sustratos son generalmente las mas conocidas y también las mas fáciles de entender conceptualmente ya que son similares a las propiedades que se determinan tradicionalmente en los suelos. Dentro de estas propiedades cabe citar: pH, salinidad, capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica, relación carbono/nitrógeno (C/N), y contenido en nutrientes asimilables.(Ansonera Miner, 1994; Masaguer y Lopez-Cuadrado, 2006)

**El potencial de hidrógeno o pH**, indica la concentración de hidrogeniones  $[H_3O]^+$  presentes en las soluciones y es una medida de la acidez o alcalinidad de las mismas. El químico danés Sorensen lo definió como el logaritmo negativo en base 10 de la actividad de los iones hidrógeno:

$$pH = -\log_{10} [a_{H^+}]$$

Un pH igual a 7 es neutro, menor que 7 es ácido y mayor que 7 es básico, medido a una temperatura de 25 C.

La determinación del potencial de hidrógeno o pH es uno de los procedimientos analíticos más importantes y más usados en numerosas ciencias, entre ellas la química del suelo.

El pH de una solución de sustrato, sobre el extracto del mismo, es de importancia fundamental para la correcta nutrición de las plantas. Si el pH se ubica fuera de determinados entornos, surgen serios problemas nutricionales y carencias de las plantas (Bailey et al., 2002).

Un pH demasiado bajo puede resultar en una disponibilidad mayor de micronutrientes, lo que puede conducir a respuestas fitotóxicas en algunas especies, como Celosía, geranios o caléndulas. Deficiencias de calcio o magnesio pueden surgir si el pH es demasiado bajo. Hay una mayor posibilidad de toxicidad por amonio a pH bajo, así también como de lixiviación de fósforo y aluminio toxico, disponible a pH bajo.

En el otro extremo, un pH por encima de 6,2 puede conducir a problemas de clorosis por falta de hierro en *Hydrangea* y *Viola*, y también a deficiencias de boro en *Salvia*, *Petunia* y *Viola*.

La mayoría de los cultivos de invernadero crecen mejor a un pH de entre 5,4 y 6,4 pero algunos, como *Rhododendro* e *Hydrangea* prefieren sustratos más ácidos. Otros, como los Lirios de Pascua (*Zantedeschia aethiopica*), se cultivan a pH más elevado.

Los productores deben ajustar el pH de sus sustratos basándose en las especies que producen y tratarlas de acuerdo con sus requerimientos, evitando un sistema de producción que trate de cubrir las exigencias de un amplio rango de plantas simultáneamente.

Algunas plantas de temporada, por ejemplo, modifican el pH del sustrato durante su germinación y crecimiento de las plantas jóvenes, pero no necesariamente a los rangos que más les benefician. Por ejemplo, *Dianthus* tiende a bajar el pH del sustrato, aunque crece mejor con valores más altos; por otra parte, *Vinca* actúa de forma inversa. Esto obliga a monitorear el desarrollo de este parámetro, especialmente al comienzo del desarrollo de las plantas (Bailey et al., 2002).

La situación productiva ideal es aquella en la que el pH del sustrato es idéntico al requerido por las especies cultivadas, manteniéndose estable, sin alteraciones. Impidiendo cambios bruscos de pH pueden evitarse muchos de los problemas nutricionales que se manifiestan en la producción vegetal aunque hay numerosos aspectos que afectan el pH y su mantenimiento estable no es tan fácil. Los más importantes son la propia composición del sustrato, la alcalinidad del agua de riego y la acidez/basicidad de los fertilizantes.

**La salinidad** se refiere a la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato. Su forma de expresarse -y medirse- es mediante la conductividad eléctrica (CE).

Los efectos de la salinidad en los cultivos sobre sustratos son similares a los producidos en cultivos sobre suelo. La diferencia radica en el volumen de material disponible para el enraizamiento, que sobre sustrato es mucho menor (Sonneveld & Urrestarazu, 2010).

Bajo estas condiciones, la conductividad eléctrica de la solución del suelo no solo está determinada por la concentración de sales en el agua de riego, sino que es decisivamente afectada por la adición de nutrientes con la

fertilización. Niveles demasiado altos de fertilización aumentan el nivel de CE de la solución del suelo y reduce el crecimiento de los cultivos. Aspectos como la acumulación de sales en la zona inmediata a las raíces, los niveles de salinidad requeridos o aceptables, la fertilización en relación con la salinidad y la lixiviación tienen influencia sobre este parámetro.

En lo referente a la acumulación de sales en las zonas próximas a las raíces, ésta depende de diversos factores, tales como la concentración iónica en el agua de riego, las características de cada cultivo (su capacidad de absorber/ eliminar iones) y las condiciones climáticas (la absorción de iones se ve favorecida por el calor y la sequedad).

La acumulación excesiva de sales reduce el rendimiento del cultivo y debe ser evitada, manteniendo las concentraciones de iones en el agua por debajo del nivel de absorción de las plantas. Cuando los valores de CE son muy elevados, el crecimiento y el rendimiento de los cultivos disminuyen. Las tasas de disminución de rendimiento difieren, por supuesto, para cada cultivo. Sin embargo, en algunos casos se aceptan descensos moderados de rendimiento a cambio de ciertos incrementos de calidad que puede ser estimulada por una alta CE.

Un incremento de la salinidad puede ser prevenido o corregido mediante lixiviación controlada. La lixiviación con agua de buena calidad hasta conseguir un volumen de lixiviado equivalente al volumen del contenedor debería corregir problemas de salinidad. Otras medidas para atenuar los efectos de la salinidad son mantener el medio de cultivo húmedo, no aplicar fertilizante en polvo ni soluciones fertilizantes con elevada fuerza iónica cuando el medio esté seco y reducir el estrés de las plantas mediante sombreado e incremento de la humedad relativa ambiente.

La concentración de sales en la solución acuosa del sustrato está entre 1 y 5 gramos/litro y se considera que un valor medio es 2 gramos/litro (Ansorena,1994).

**La capacidad de intercambio catiónico CIC** es la capacidad que presenta un medio para retener y liberar iones positivos. Representa una medida de la capacidad de un material (un coloide) para retener cationes

intercambiables. Cuantitativamente, se define como las cargas negativas por unidad de coloide que se neutralizan por cationes (iones positivos) de intercambio. Se expresa como miligramos equivalentes de hidrógeno por 100 g de coloide (meq/100g).

Es un proceso dinámico, reversible, que se desarrolla en la superficie de las partículas. Los iones adsorbidos quedan en posición asimilable, constituyen la reserva de nutrientes para la planta. Los iones quedan débilmente retenidos sobre las partículas del suelo o sustrato y pueden intercambiarse con la solución intersticial. A mayor superficie del material y mayor desequilibrio eléctrico, mayor es la cantidad de iones fijada. Entre los factores que hacen que un medio tenga una determinada CIC, se encuentran:

Tamaño de sus partículas. A menor tamaño de partículas, mayor capacidad de intercambio.

Naturaleza de las partículas. La composición y estructura de las partículas influye en las posibilidades de cambio de los cationes. La materia orgánica y algunas arcillas y micas como vermiculita y montmorillonita, muestran una elevada CIC, mientras que los cuarzos y feldspatos prácticamente carecen de ella. En términos generales se considera que existen 0,5 meq por cada unidad porcentual de arcilla y 2,0 meq por cada unidad de materia orgánica en el medio.

**Contenido de materia orgánica** es, en el caso del suelo, uno de los principales indicadores de su calidad. Tratándose de medios de cultivo artificiales -sustratos-, su presencia es bienvenida y promovida en algunos tipos de ellos, mientras otros funcionan sin materia orgánica. La materia orgánica afecta, entre otros, a los siguientes aspectos del medio:

- su estructura, lo que favorece la aeración.
- su capacidad de suministrar agua al cultivo.
- su capacidad de suministrar nutrientes.
- su actividad biológica.

**La relación carbono – nitrógeno (C/N)** se refiere a la presencia de carbono orgánico en el medio de cultivo. Más concretamente, a la relación entre la masa de carbono y la masa de nitrógeno existente en los medios de

cultivo. A través de esta relación se revela el grado de estabilización de los materiales compostados. La relación C/N se suele optimizar entre 10 y 20, aunque en materiales muy lignificados como las cortezas de pino, dichos valores pueden llegar a duplicarse sin que ello implique una incorrecta transformación y estabilización de la materia orgánica por el compostaje.

Para la interpretación de la relación C/N en turbas Guerrero (1989) ha sugerido los siguientes valores:

<20 – Buena.

20-25 – Aceptable.

25-30 – Deficiente.

>30 – Mala

Por otro lado, en la Tabla 1 se presentan los valores de las relaciones C/N en distintos materiales utilizados en la elaboración de sustratos, según Lemaire et al. (1989).

Tabla 1 - Valores de relación C/N en diferentes materiales orgánicos

Tipo de materia orgánica	Relación C/N
Estiércol de vacuno	28
Estiércol de ovino	23
Estiércol de cultivo de setas	19
Basuras Frescas	30
Compostaje Urbano	14
Lodos	11
Turba parda francesa	20-26
Turba rubia rusa	54
Turba rubia alemana	49
Corteza de pino marino no compostada	300
Corteza de pino silvestre compostada	92

Fuente: Lemaire et al. (1989)

**Nutrientes asimilables** .Los sustratos orgánicos difieren entre sí en el contenido de nutrientes asimilables. La turba y la corteza de pino, tienen un nivel reducido de los mismos, mientras que el compost, por ejemplo, tiene niveles elevados. En cualquier caso, es necesario añadir siempre nutrientes adicionales para obtener un buen crecimiento de las plantas. La cuantía y frecuencia de esa fertilización dependen de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y del régimen de riego. Una CIC elevada aumenta la eficiencia



de la aplicación de fertilizantes de base durante el proceso de elaboración del sustrato. Cuando se usan sustratos de baja CIC, los fertilizantes se aplican mediante fertirrigación.

Resumiendo, se puede decir que para que un sustrato presente un buen resultado agronómico, con óptimas características químicas y físicas, es necesario que posea una correcta distribución y composición de las fases líquida, sólida y gaseosa (Ansorena, 1994).

### 1.1.7 Propiedades *biológicas*

Este aspecto cubre las propiedades dadas por los materiales orgánicos. Cuando éstos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y, por lo tanto, susceptibles a la degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis o por la acción de microorganismos. Entre las características biológicas relevantes de los sustratos destacan el contenido de materia orgánica y el estado y la velocidad de su descomposición (Pastor Sáez, 1999).

En el caso de plantas con largos períodos de crecimiento, se requieren sustratos estructuralmente estables y con una buena aeración. En el caso de sustratos compuestos, la adición de materiales minerales artificiales o naturales producen un mejoramiento de estas características (ver sección 2.2).

La presencia de materia orgánica en los sustratos, tiene una relación directa con las características biológicas de los sustratos (Bures, 2002). Según la misma autora, las principales propiedades biológicas de los sustratos son:

- Actividad enzimática
- Actividad Reguladora
- Supresividad
- Micorrizas
- Formación de complejos metálicos

A nivel de los sistemas de producción, las características más valoradas por los cultivadores son:

Libre de patógenos: Como bacterias y hongos que entran a través del sistema radicular, siendo los más importantes: *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*.

Libre de larvas y huevos de insectos: Siendo uno de los principales problemas la *Bradisia* (*Sciaria*).

Libre de nematodos patógenos

Libre de semillas de malas hierbas, conforme la legislación vigente.

Inoculados con microorganismos beneficiosos: *Verticillium*, *Rhizobium*, *Micorrizas*, *Trichoderma*, *Streptomyces*, *Fusarium* antagónico al *oxisporum* (FUSPIU), entre otros.

## 1.2 *Viola x wittrockiana*

### 1.2.1 La clasificación científica de *Viola x wittrockiana*

Reino: Plantae; División: Magnoliophyta; Clase: Magnoliopsida; Orden: Violales; Familia: Violaceae, Género: *Viola*; Especie: *Viola x wittrockiana*. Esta planta ornamental mundialmente conocida, tiene como nombre común el de Pensamiento.

Los pensamientos son un gran grupo de plantas híbridas, cultivadas como planta de temporada o en contenedor. Los pensamientos se derivan de una especie del género *Viola* (*Viola tricolor*) hibridada con otras especies del mismo género. Éstos híbridos son referidos como *Viola x wittrockiana* o, menos habitualmente, como *Viola tricolor hortensis*. El nombre vulgar “pensamiento” se usa también para otras especies de *Viola* que aparecen como especies silvestres en Europa. La planta se ha introducido en América del Norte y otras regiones del mundo.

Los primeros cruzamientos que llevaron a las variedades modernas de *Viola x wittrockiana* comenzaron a desarrollarse en Inglaterra a comienzos del siglo XIX, siendo por entonces *Viola tricolor* una bonita maleza que crecía en los campos de cereales y en los setos de la campiña británica. En 1813, el jardinero William Thompson, de la ciudad Walton-on-Thames, comenzó a cruzar distintas especies de *Viola* con *Viola tricolor*. Estos cruzamientos se consideran el origen de las modernas *wittrockianas*, que fueron liberadas finalmente al público en 1839 bajo el nombre “Medora” y se popularizaron rápidamente en toda Europa (Bailey, 1995).

*Viola x wittrockiana*, el pensamiento de jardín, es una especie obtenida probablemente del cruzamiento entre *Viola tricolor* y *Viola lutea*. Suele cultivarse como planta bianual, es decir, se siembra en verano la destinada para la venta en otoño y se siembra en otoño e invierno para ventas hasta principios de la primavera siguiente.

Con el paso de los años los obtentores han logrado plantas muy rústicas, que sobreviven incluso a temperaturas próximas a la congelación durante su floración. Crecen bien en lugares soleados o parcialmente soleados en suelos bien drenados. Los pensamientos se originan en especies de *Viola*

que son normalmente bianuales, con crecimiento vegetativo en el primer año y con flores y semillas en el segundo año tras el cual mueren. Pero la presión de selección aplicada ha logrado que la mayoría de estas plantas florezcan el primer año, unas pocas semanas después de la siembra. Bajo condiciones favorables pueden ser cultivadas como plantas perennes de corta vida, pero normalmente se las trata como anuales o bianuales. Las plantas crecen hasta unos 20 cm y las flores alcanzan unos 6 cm de diámetro, aunque hay cultivares con flores mayores y otros con flores menores.

Es una planta resistente al frío, pudiendo resistir heladas leves y cortos períodos cubiertas por nieve. En climas más cálidos pueden florecer durante el invierno y muy a menudo se plantan durante el otoño. No es, sin embargo, una planta que tolere altas temperaturas, que inhiben la floración e incluso pueden matarla. Sembrada en otoño, sobrevive al invierno y comienza a florecer en las semanas finales de esa estación y en la primavera temprana, marchitándose en verano.

Existen cientos de cultivares, con tamaños que varían entre 1,5 y 4,5 pulgadas (3,8 a 11,4 cm) y con numerosas combinaciones de colores: amarillos, rojos, violeta azulado, rosas, púrpuras, naranjas, bicolors y blancos.

En lo relativo a las condiciones de cultivo, iluminaciones largas disminuyen el tiempo de la floración, aumentan el número de flores y la longitud intermodal. Iluminaciones cortas producen tallos más cortos. Las semillas germinan en ausencia de luz, con un 65% de germinación a temperaturas entre 18 y 24°C. Altas temperaturas en verano limitan la floración causando un descenso del vigor. Por encima de los 24°C el crecimiento es débil y los internodos se estiran.

Las plantas adultas enraizadas en suelo deben regarse periódicamente, dependiendo esto de los suelos y las precipitaciones, aunque teniendo cuidado de no excederse en el riego. Una fertilización adecuada ayuda a maximizar la floración. El nitrógeno debe suministrarse bajo forma de nitratos.

*Viola* es sensible a ataques por hongos del suelo, como *Sclerotinia* (pudrición del tallo), que produce pérdidas de color en tallo y flores y destrucción del tallo a nivel del suelo, pudiendo destruir toda la planta. El tratamiento consiste en una desinfección del suelo previo a la plantación.

La “mancha de la hoja” es causada por *Ramularia defelctens*, que ataca durante primaveras frescas y húmedas. Otra infección fúngica común es el mildiú, causada por *Oidium*. La planta muestra un polvo violáceo en los bordes y parte inferior de las hojas. *Phytium*, *Rhizoctonia* y *Botrytis* también atacan a *Viola*.

El virus del mosaico, transmitido por áfidos, da a las nervaduras de las hojas un color amarillento. Las mismas tienen un crecimiento atípico y las flores presentan deformaciones. El virus puede permanecer inadvertido, afectar a toda la planta y ser transmitido a generaciones sucesivas. Se combate mediante la prevención; solo se deben adquirir plantas certificadas y el pH y la humedad del medio de cultivo deben mantenerse balanceados, así como una cantidad adecuada de nutriente, para no debilitar las plantas. Por supuesto, los pulgones deben ser combatidos, para evitar que dispersen el virus.

Altas temperaturas durante el ciclo productivo y/o aplicación tardía de retardantes del crecimiento pueden producir problemas fisiológicos que se manifiestan como hojas alargadas y retorcidas (Wade & Thomas, 2009, Texas A&M University).

La *Viola x wittrockiana* es una de las más importantes plantas bianuales cultivadas en el Norte de España, Norte de Portugal y Castilla y León. Las fechas más importantes de siembra coinciden a partir de la semana 30 del primer año, hasta la semana 08 del año siguiente. De manera general el periodo más importante de producción en los viveros va de la semana 35 hasta la semana 50. Se pueden considerar las provincias de Salamanca y Valladolid, como las más importantes zonas de producción, en la zona de estudio de esta tesis.

Por su buena adaptación a las condiciones de días cortos y resistencia a las bajas temperaturas, es una planta muy popular tanto en jardinería pública, como en jardines privados. Se caracteriza por ser una planta que, en sus condiciones óptimas de cultivo, no presenta grandes problemas de plagas y enfermedades y se puede cultivar en invernaderos con una estructura sencilla.

Las condiciones para la germinación de semillas y obtención de plántulas, son bastante específicas y técnicas. Hay varias empresas en España que suministran los plántulas directamente a los cultivadores. Este tipo de

actividad de negocio es ampliamente utilizada en Estados Unidos y Europa y son llamados "Plug Growers".

Las condiciones técnicas para la germinación de semillas y producción de plantas, están disponibles en fichas de cultivo elaboradas por las empresas obtentoras de la genética. A continuación se presentan los parámetros genéricos recomendados por PanAmerican Seed ([www.panamericalseed.com](http://www.panamericalseed.com); 2012):

- Sustrato bien drenado y de estructura fina.
- pH del sustrato de 5,5 a 6,0.
- Conductividad alrededor de 0,75 mmhos/cm.
- Bandejas de 288 celdas. Algunas empresas utilizan el formado de 240 celdas.
- Cobertura mediana de Vermiculita Gruesa para ayudar a mantener la humedad alrededor de las semillas.

Para la germinación de las semillas, que tarda entre 3 y 4 días, se necesita una temperatura entre 20 y 21°C, sin la necesidad de luz y humedad relativa entre 95 y 97%.

De una manera general los cultivadores adquieren los planteles en bandejas, ya con el sistema radicular bien desarrollado y en alveolos de diámetro que puede variar de 8 a 18 mm.

Algunos cultivadores realizan un paso intermedio, trasplantando los planteles a bandejas con 60 celdas, permitiendo que las plantas se desarrollen en invernaderos con condiciones óptimas, antes de pasarlas al formato definitivo.

La maceta negra o terracota de 10,5 cm de diámetro es utilizada como formato de cultivo para prácticamente el 100% de los cultivadores en España y Portugal.

El ciclo de cultivo puede variar de 6 a 9 semanas, en función del clima, condiciones de cultivo, abonado, sistema de riego, etc.

Los invernaderos tipo túnel o multitúneles son los que más se utilizan en la zona de estudio. Las principales ventajas de este tipo de estructura son bajo coste, fácil instalación y buena distribución de luz. Los anchos de los invernaderos pueden variar de 5 a 10 metros, en función de la oferta de los

fabricantes. La producción en umbráculos también es posible, en periodos de mucha intensidad luminosa y menos lluvia.

Se utilizan distintos tipos de riego y abonado. El más recomendado técnicamente, en las 2-3 primeras semanas, es la micro aspersion, para favorecer el desarrollo del sistema radicular y a partir de este momento, hasta la venta, se recomienda el riego localizado, por los sistemas de inundación, en mesas de cultivo o en bancales de hormigón en el suelo. El sistema de mantas de riego es muy eficaz y está cada vez más difundido entre los cultivadores.

Muchos cultivadores utilizan abonos de liberación lenta, que cubren la mayoría de las necesidades de las plantas, a lo largo de su ciclo de cultivo, incluso en periodos de elevada humedad relativa, cuando la demanda de agua es muy baja, y es muy difícil abonar por fertirrigación. Por supuesto que muchos productores utilizan la fertirrigación, abonando en función de las necesidades de cada una de las fases del ciclo de cultivo.

La técnica de completar el abonado utilizando aplicaciones de abono foliar para cubrir las eventuales carencias nutricionales, también es muy utilizada.

Se considera que el ciclo de producción se ha completado y las plantas están listas para la comercialización, cuando el sistema radicular está plenamente desarrollado y cubre por completo el cepellón, la parte aérea está bien desarrollada y cubre por completo la maceta y planta y tiene como mínimo 2 botones florales desarrollados, sin la necesidad de que tenga flores ya abiertas. Lógicamente, la decisión de sacar las plantas a la venta e incluso adelantar o retrasar la cosecha, está directamente relacionada con las condiciones de mercado y de la oferta y demanda.

### **1.2.2 *Viola x wittrockiana* - serie comercial Power**

La empresa obtentora de la *Viola x wittrockiana*, serie comercial Power es Sakata Seed Corporation([www.sakataseed.co.jp](http://www.sakataseed.co.jp); 2012). A continuación se presentan las características técnicas de esta serie, descritas por el investigador Martin Jorgensen, Product Manager, Pansy/Viola – Sakata Ornamentals(Jorgensen , 2006).

Serie de flores muy grandes y sencillas: más de 8 cm en condiciones de días cortos. Muy apreciada en Europa, ya que la mayoría de los consumidores prefieren pensamientos de flores grandes, con diámetros entre 7 a 9 cm. Como el diámetro de la flor está directamente relacionado con las temperaturas medias en el momento del crecimiento, es muy importante tener en cuenta este aspecto climático, y saber elegir la serie adecuada de pensamientos para cada época de producción.

Plantas con buena uniformidad de desarrollo y floración. Hojas: Coloración verde claro.

Buena resistencia de las flores a la lluvia.

Floración en días cortos y condiciones de invierno. La temperatura ideal para el desarrollo de flores de gran tamaño está entre 15 y 16°C. De manera general, en verano y principio de otoño, las temperaturas medias en los principales centros de producción en Europa, pueden exceder estas temperaturas, lo que puede demandar la utilización de medidas de control climático adicionales, como Coolings (Pad & Fan), pantallas de sombreado en los momentos de mayores temperaturas, ventilación zenital, ventiladores, etc.

A continuación se presenta las temperaturas medias en distintas ciudades europeas, en los meses de desarrollo y floración de la *Viola x wittrockiana* (tabla 2).

Tabla 2 - Temperaturas medias en distintas ciudades europeas

TEMPERATURAS MEDIAS DIARIAS EN CIUDADES EUROPEAS						
CIUDADES	SEP	OCT	NOV	FEB	MAR	ABR
ESTOCOLMO	12,0	7,5	3,0	-3,0	0,0	5,0
COPENAGUE	13,5	9,5	5,0	0,0	2,0	6,0
LONDRES	14,0	10,5	6,5	4,0	6,0	8,0
AMSTERDAM	14,0	10,5	6,5	3,0	5,5	8,0
PARÍS	16,0	12,0	7,0	4,5	7,0	9,5
MILÁN	18,0	12,0	6,0	3,5	6,5	10,5
ROMA	21,0	17,0	12,5	9,0	10,5	13,0
BARCELONA	21,5	17,5	12,5	10,0	11,5	13,5
MÁLAGA	23,0	19,0	15,5	13,0	14,0	15,5

Fuente: Instituto Meteorológico Danés (www.dmi.dk)



Las plantas presentan un crecimiento compacto. Peciolos cortos. Uso limitado de reguladores de crecimiento.

Planta anual. Se puede sembrar a principios de agosto, para que la primera floración llegue en octubre, cuando las plantas tienen ya desarrolladas de 5 a 7 hojas verdaderas.

Intensidad luminosa recomendada: Totalmente soleado o parcialmente sombreado.

Variedad de ciclo largo facultativa, es decir, fue desarrollada para florecer en días cortos, de otoño y a principios de primavera, con tamaño compacto. Florece naturalmente en días largos de verano, pero desarrolla un peciolo floral muy largo.

Recomendada la siembra en bandejas blancas, en condiciones de temperaturas altas, lo que favorece el desarrollo radicular, ya que las temperaturas son más bajas en bandejas blancas que en bandejas negras.

La temperatura ideal para la germinación de las semillas, está entre 16 y 20°C. Según los estudios realizados por Sakata Seeds el trasplante a la maceta definitiva se debe realizar entre 25 y 30 días después de la siembra. Esta es la condición ideal para no retrasar la floración.

Las características genéticas de la serie Power, permiten a parte de la tradicional siembra a finales de verano, para ventas en otoño (octubre, noviembre), la siembra en noviembre, para ventas a finales de invierno e incluso principios de primavera. Lógicamente esta situación exigirá que se utilice alguna calefacción para mantener las temperaturas medias alrededor de 10°C y la humedad relativa controlada, evitando el ambiente saturado de humedad, lo que puede ocasionar el desarrollo de enfermedades fúngicas. También es muy importante que en esta época del año, las plantas estén sometidas a la máxima radiación solar disponible, ya que suelen ser periodos de sombreados. La falta de luz puede provocar un crecimiento excesivo de las plantas.

Amplia paleta de colores, con buena fijación, presentados en la figura 2



Figura 2. Colores de *Viola x wittrockiana* serie comercial Power (fuente Sakata Ornamentals – [www.sakataornamentals.com](http://www.sakataornamentals.com))

### 1.2.3 La calidad de la planta: exigencias comerciales

*Viola x wittrockiana* pertenece al grupo de plantas clasificada por su comportamiento como planta de temporada, dentro del cual a su vez se distinguen anuales y bianuales. Las anuales, como su nombre indica, desarrollan su ciclo de vida a lo largo de un año, de una temporada que cubre primavera, verano, otoño. Las variedades bianuales – a las que pertenece *Viola x wittrockiana*– desarrollan ese ciclo de vida entre dos temporadas, sobreviviendo al invierno tras ser plantadas y floreciendo al año siguiente lo cual no significa que vivan dos años, sino que pasan de una temporada a la siguiente.

El concepto de planta de temporada se corresponde a grandes rasgos con la denominación alemana de “*Beetpflanzen*”, que se traduce como planta de macizo o de bancal. Aunque la clasificación alemana incluye el subgrupo de las “*Stauden*”, o plantas polianuales.

La VBN<sup>4</sup> holandesa define, a las plantas de bancal (“*Beetpflanzen*”) de la siguiente forma: “Todas las especies de plantas anuales y bianuales que se entregan en conjunto, en bandejas, en macetas o macetas colgantes y que se ofrecen a través de las subastas centrales de VBN con el objetivo de ser plantadas, replantadas o utilizadas al aire libre como producto final. Se excluyen *Pelargonium* y fucsias.”(VBN, 2000).

En resumen, son un grupo de plantas que se siembran en cantidades importantes, de escaso porte y con hermosas inflorescencias y hojas llamativas. El hecho de ser necesario y sencillo el reponerlas de una temporada a otra permite dar a la estética del jardín una gran flexibilidad.

En lo que respecta a las condiciones de la comercialización, la VBN establece una serie de condiciones que permiten clasificar este tipo de productos y establecer su capacidad de ser comercializados.

Se establecen, previamente a las especificaciones para las propias plantas de bancal, las especificaciones generales para plantas de jardín. Estas

---

<sup>4</sup> “Vereinigting van Bloemenveilingen in Nederland”; Unión de Subastas de Flores en los Países Bajos.

especificaciones generales han surgido en respuesta a requerimientos de calidad, de clasificación, de envasado y de descripción del producto. VBN impone que *“solo será posible apartarse de estos requerimientos si así se acuerda expresamente entre el productor y el comprador y si este acuerdo ha sido redactado por la agencia de intermediación de una subasta perteneciente a la VBN”* (VBN, 2010). Para cada producto se publican, además, especificaciones concretas. Pero las establecidas en general se aplican a todas las plantas de jardín, a menos que se indique lo contrario en las especificaciones de los productos individuales.

EL VBN establece una serie de condiciones mínimas a cumplir por las plantas que van a ser comercializadas a través de sus subastas. En el caso de que las plantas no cubran estas exigencias, no serán comercializadas, e incluso pueden ser destruidas si fuese necesario<sup>5</sup>.

#### **1.2.4 La calidad de planta: certificaciones**

Los criterios de calidad descritos se refieren a las exigencias mínimas para admitir a la comercialización de planta de temporada en maceta por parte de la organización de comercialización de flor cortada y planta ornamental más importante del mundo, la VBN. No obstante, existen programas de certificación de calidad que añaden criterios medioambientales y sociales a los anteriores.

Las certificaciones de calidad para ornamentales se orientan hacia métodos de cultivo respetuosos con el medio ambiente y a prácticas laborales socialmente deseables, no contratación de mano de obra infantil y pago de salarios por encima de los mínimos. La mayoría de estos esquemas se refieren a flor cortada, aunque algunos incluyen también la planta ornamental.

De particular relevancia en los Estados Unidos son la certificación orgánica oficial concedida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el USDA Organic; Florverde, FlorEcuador, Veriflora y Sierra Eco.

---

<sup>5</sup> En el caso que no se permita la comercialización, el productor tiene, no obstante, la posibilidad de mejorar el producto de tal forma que esa comercialización sí pueda tener lugar.

De acuerdo con la Asociación de Comercio Orgánico de los Estados Unidos (OTA, Organic Trade Association)<sup>6</sup>, “ecológico” (“organic”) se refiere a prácticas agrícolas que mantienen y reponen la fertilidad del suelo sin la utilización de pesticidas y fertilizantes tóxicos y/o persistentes.

Tanto flores como plantas ornamentales pueden ostentar la certificación ecológica /orgánica del Departamento de Agricultura USDA. Para poder hacerlo deben cumplir con las disposiciones del Programa Ecológico Nacional (National Organic Program NOP) del USDA<sup>7</sup>. Una agencia certificadora acreditada asegura que las disposiciones se cumplan, y también existen certificadores internacionales que inspeccionan productos a ser exportados a los Estados Unidos de América.

Florverde es un sello desarrollado por ASOCOLFLORES, la Asociación Colombiana de Exportadores de Flores y se aplica a flores producidas en Colombia que aplican procedimientos agrícolas sostenibles tales como reducción en el uso de agroquímicos -incluyendo la prohibición de usar productos no registrados en los Estados Unidos y en la Unión Europea-, conservación de agua y estándares laborales socialmente deseables (<http://www.florverde.org>, 2013). Desde 2008, el estándar de Florverde Sustainable Flowers (el nombre oficial de la certificación) y el de GLOBAL GAP son equivalentes y aceptados mutuamente por todos sus socios comerciales. El sello y estándar GLOBAL GAP es una de las certificaciones más conocidas y reconocidas para promover las buenas prácticas agrícolas en todo el mundo. Al utilizarlo como patrón se establece que Florverde cumple con todas las exigencias para flores y planta ornamental y en consecuencia permita a los productores recibir ambas certificaciones mediante una sola auditoría.

FlorEcuador (<http://www.flordelecuador.org/es/> 2013) es un programa desarrollado por la Asociación de Productores y Exportadores de Flor del

---

<sup>6</sup> La OTA ([www.ota.com](http://www.ota.com), 2013) es una asociación de industrias privadas norteamericanas que tiene como objetivo el promover y proteger el comercio de productos ecológicos en beneficio del medio ambiente, productores y consumidores.

<sup>7</sup> El Programa Orgánico Nacional regula los estándares para cualquier empresa agraria, producto agrario de procedencia silvestre u operación de manipulación y transporte que deseen ser vendidos/operados como ecológico (<http://www.usda.gov>, 2013 )

Ecuador. Se autodefine como “el certificado socio-ambiental de Expoflores, un programa de autogestión que busca alcanzar el cumplimiento de normas sociales y ambientales en fincas florícolas de Ecuador. La “Norma” del programa cubre aspectos tales como impactos ambientales, legislación laboral, prohibición de trabajo infantil, normalización de trabajo adolescente, salud de los trabajadores, seguridad industrial y normativa legal del país. A fecha diciembre de 2012, 96 empresas ecuatorianas estaban incluidas dentro de este programa de certificación.

Veriflora (<http://www.veriflora.com>, 2013) es un certificado aplicable a flores y plantas en maceta producidos en cualquier parte del mundo y que se vendan en los Estados Unidos. Asegura que esas plantas se han producido de manera que conserven el medio ambiente, aseguren buenas condiciones de trabajo y se haga bajo procedimientos que permitan obtener la mejor calidad posible del producto, como por ejemplo un buen manejo de la cadena del frío. Se aplica tanto a plantas específicas como a empresas.

De acuerdo con los requisitos para productores y manipuladores (intermediarios de producto) de Veriflora, se consideran las siguientes áreas de certificación:

- Producción sostenible.
- Manejo y protección del ecosistema.
- Manejo integral de desechos.
- Práctica de trabajo justas.
- Beneficios a la comunidad.
- Calidad del producto.
- Seguridad y pureza de las plantas.

Estos requisitos se repiten, en la medida que sean aplicables, a los manipuladores intermediarios de producto, tanto para flor cortada como para planta en maceta.

Es de señalar que esta certificación es más amplia que las anteriores, al cubrir un rango mayor de planta en maceta y prestar atención a aspectos determinantes de la calidad del producto, mientras esas anteriores se centran en aspectos sociales y medioambientales.

Las certificaciones de calidad europeas más importantes son:

La sección de plantas ornamentales de Global GAP ([www.globalgap.org](http://www.globalgap.org); 2013). Se trata de un estándar con pretensiones globales que refleja en sus articulados las “buenas prácticas agrícolas” (good agricultural practices). Se trata de estándares técnicamente voluntarios para la certificación de productos agrarios que cubren métodos de producción “seguros” y que promueven el uso responsable de recursos y su protección y el bienestar de los trabajadores.

Global GAP utiliza 142 agencias de certificación independientes en todo el mundo que extienden certificados a productores que han introducido exitosamente los estándares GAP. El sistema cubre las siguientes áreas de actividad:

- Productos agrícolas.
- Acuicultura.
- Ganadería.
- Cadena de custodia.
- Material vegetal reproductivo.
- Fabricación de concentrados.

Con lo cual Global GAP se desprende claramente de los límites de actuación dentro de las unidades de producción, sobrepasando hasta las cadenas de distribución, suministros, etc. Dentro de los productos agrícolas se incluyen las flores y la planta ornamental. Este estándar cubre:

- Material de propagación.
- Manejo de suelos y sustratos.
- Uso de fertilizantes y de fitosanitarios.
- Cosecha.
- Tratamientos poscosecha.

Con respecto a la utilización de sustratos, el estándar GlobalGAP se preocupa por el reciclado de los sustratos, por la forma (química o física) de realizar las desinfecciones de los sustratos reciclados y por el origen de los sustratos de origen natural – refiriéndose a las turbas - , estableciendo que no sean obtenidos en zonas de protección medioambiental. En el caso de utilización de productos químicos para la esterilización de sustratos a reciclar, exige que se registren detalles de ese proceso, tales como fecha de

esterilización, tipo de producto utilizado, el nombre del operador y el lugar en que se realizó la operación.

La iniciativa “Fair Flowers Fair Plants” ([www.fairflowersfairplants.com](http://www.fairflowersfairplants.com); 2013) tiene por objetivo promover el consumo y comercialización de flores y plantas ornamentales producidas de forma respetuosa con el medio ambiente y con consideraciones sociales con respecto a los trabajadores implicados.

La iniciativa tiene su oficina principal en Holanda y cuenta con la cooperación de la Oficina Austríaca de Flores (Blumenbüro Österreich), de la Asociación de Comercializadores e Importadores de Flores Alemanes, del Mercado de Flores de San Remo en Italia, de la Organización Sueca de Flores y de la editorial Wordhouse del Reino Unido. La organización aglutina partes interesadas (“stakeholders”) en la producción y comercio de flores y planta ornamental, incluyendo productores, comerciantes, organizaciones de derechos humanos y medioambientales y sindicatos.

Los productores que participan del estándar FFP deben cumplir con requerimientos medioambientales y sociales estrictos y certificados de forma acorde, como en todo este tipo de programas. Con respecto a la certificación medioambiental, la certificación es compatible con el MPS y a partir de enero de 2013, las actividades de marketing y operacionales de FFP han sido fusionadas.

La certificación MPS (<http://www.my-mps.com>, 2013), originalmente un proyecto medioambiental de las subastas de ornamentales de los Países Bajos, se ha transformado en una organización de certificación internacional activa en más de cincuenta países. Sus actividades se centran en promover la responsabilidad social empresarial y la sostenibilidad en el sector hortícola internacional.

El certificado más importante que extienden es el MS-Florimark para producción, que a su vez abarca cuatro certificados:

**MPS – A.** Es un certificado medioambiental que registra el uso de fitosanitarios, fertilizantes, energía y el destino de los residuos. Estos aspectos se califican mediante un sistema de puntos, que incluyen tres categorías para esta certificación: A, B, y C. Para acceder al certificado final hay que alcanzar suficientes puntos como para ser catalogado como A o B.



**MPS-GAP.** Es un sistema de certificación basado en los criterios exigidos por los supermercados europeos. Que Las certificaciones se basan en las exigencias de los participantes dominantes en la cadena de valor está expresado con claridad en la página web de MPS. Los requerimientos son seguridad, calidad, trazabilidad y sostenibilidad. MSP-GAP para plantas es oficialmente equivalente al Global GAP para los mismos productos.

**MPS – Quality.** Un sistema de calidad especialmente adaptado a las necesidades de la industria hortícola, orientado a poder responder rápidamente a las cambiantes exigencias de calidad de los consumidores. La implementación de este esquema está vinculada estrechamente a establecer procedimientos y protocolos de producción adecuados y contrastados, lo que debe establecerse definitivamente mediante una auditoría.

Finalmente MPS-Q certifica que los productos han sido cultivados bajo buenas condiciones laborales para los trabajadores.

### **1.2.5 La calidad de la planta: clasificación empírica**

La clasificación de calidad utilizada en la tesis, está basada en la metodología desarrollada por el VBN (The Dutch Flower Auctions Association), la asociación holandesa de las subastas de Flores. Esta metodología es utilizada a nivel mundial y con pertinentes adaptaciones, está implanta en las principales subastas, mercados y sistemas de comercialización a nivel mundial.

A continuación se presentan las normativas recomendadas para plantas de jardinería y plantas anuales y bianuales.

## 1.3 Especificaciones de comercialización

### 1.3.1 Plantas de jardín

Los requisitos mínimos para permitir la comercialización de plantas de jardín en general a través de las subastas holandesas incluyen aspectos de calidad y aspectos legales. Los aspectos de calidad son los siguientes:

Todas las plantas deben ser de variedades definidas.

La maceta debe estar por lo menos en su 90% llena de compost o sustrato.

Este contenido de la maceta no debe rebasar de ninguna manera sus bordes.

El cepellón debe cumplir los requisitos mínimos de contenido de humedad.

Raíces vivas deben ser visibles y haber atravesado el cepellón.

Las plantas destinadas como colgantes deben ser presentadas en macetas aptas para ser colgadas con un plato y/o depósito y accesorios que permita colgarlas. Las plantas que no cumplan este requisito no serán comercializadas.

La planta debe mostrar señales de estar en crecimiento.

Los requerimientos legales se refieren a las condiciones impuestas para el tráfico de plantas en la Unión Europea y en Holanda, incluyendo pasaporte vegetal y otros certificados. Plantas que no cumplan estos requerimientos no serán comercializadas.

Los requisitos para la clasificación por calidad son los más importantes para el productor (VBN; 2010). Los lotes de plantas deben cumplir los siguientes aspectos<sup>8</sup>:

- Deben tener buena calidad interna.
- Deben ser frescos.
- Las plantas deben estar endurecidas<sup>9</sup>.
- Deben estar visualmente libres de parásitos vegetales o animales.

---

<sup>8</sup> Se han suprimido algunos que obviamente no tienen interés para planta de temporada.

<sup>9</sup> Una planta endurecida debe ser capaz de existir en las condiciones climáticas que se pueden (razonablemente) esperar en la zona de destino.

- Deben estar visualmente libres de daños causados por parásitos.

El lote debe estar libre de daños y/o defectos y/o divergencias y/o contaminación en las flores, inflorescencias, yemas, raíces, tallos, ramas, hojas, acículas, espinas.

El lote debe mostrar una buena forma, estructura y color, tanto en hojas como en flores.

Las plantas deben ser fuertes y erguidas sobre la maceta o y/o cepellón.

Deben mostrar un buen cociente maceta (cepellón)/planta<sup>10</sup>.

Las plantas deben estar bien enraizadas.

Plantas re-enmacetadas o trasplantadas deben presentar cepellones intactos. Las nuevas macetas deben ser por lo menos tan grandes como las anteriores, a fin de que el cepellón no resulte dañado.

El lote debe tener un colorido y un volumen uniformes.

El lote debe estar clasificado de forma uniforme y correcta, incluyendo aspectos como la maceta y el cepellón, la altura y diámetro de la planta, la densidad y la madurez.

El lote debe estar envasado de forma correcta y uniforme.

Si un lote presenta características divergentes en una o más de las exigencias mencionadas, puede ser subastado aunque se exprese una advertencia con respecto a su calidad. La importancia de la divergencia determina si el lote se comercializa sin observaciones de calidad, con observaciones menores o con observaciones mayores.

Los requisitos adicionales abarcan la clasificación de la maceta y el cepellón, en altura y diámetro de la planta, en madurez de la planta, en densidad de planta y en un conjunto de otras características que incluyen número de flores, de yemas, de tallos florecidos, esquejes/plantas por maceta, etc. dependiendo del producto. Un máximo de 20 características de calidad pueden ser indicadas en las escalas de calificación.

Las plantas de jardín pueden ser clasificadas en tres grupos de calidad (A1, A2, A3) dependiendo del grado en que cumplen con esos requerimientos.

---

<sup>10</sup> Se considera que una buena relación maceta/planta es aquella que confiere suficiente estabilidad, almacena suficientes nutrientes y suministra un buen valor ornamental.

Faltas en la calidad conducen a que el lote sea comercializado con observaciones o que sea retirado de la comercialización.

### **1.3.2 Plantas anuales y bianuales**

Para plantas anuales y bianuales los requisitos de calidad se adaptan a las características de estos productos. En principio, hay algunas características que se suman a las de planta de jardín en general y otras que las sustituyen. Las condiciones mínimas para el comercio de estas plantas establecidas por el VBN son las siguientes:

#### **Calidad mínima**

En los envíos en maceta, éstas deben tener un tamaño de 9 cm o mayor.

La aplicación de reguladores de crecimiento a las plantas solo está permitida cuándo esta aplicación no impida el desarrollo del producto una vez que esté en manos del consumidor final.

Las macetas o cepellones deben estar libres de malezas.

Las plantas en maceta no deben tener las raíces expuestas.

Las plantas de macizo en cepellón deben ser suministradas en un cepellón de dimensiones mínimas de 6 cm x 6 cm x 6 cm.

Estas son condiciones mínimas. En caso de que estas exigencias no sean cumplidas por las plantas enviadas a la subasta, serán destruidas.

Madurez: como requerimiento mínimo de madurez para plantas de temporada en macetas se establece que, en cada unidad de transporte/embalaje, las plantas deben tener por lo menos un 25% de yemas enseñando su color. Para cada una de las plantas en la unidad, éstas deben tener por lo menos una yema anunciando su color. Si las plantas no muestran esta característica, no son comercializadas.

Calidad y clasificación de lotes por calidad.

Las siguientes exigencias son válidas de forma complementaria:

Los lotes deben estar libres de partes de plantas muertas o moribundas.

Los lotes deben estar libres de brotes perdidos, por lo menos en un 85%.

Los lotes deben estar libres de daños producidos por el uso de reguladores de crecimiento.

No deben presentar crecimiento excesivo de las raíces por debajo de las bandejas o macetas.

Los lotes deben estar libres de necrosis en los ápices de las hojas.

De los listados anteriores surge de forma obvia que no todas estas características son influidas por la nutrición de la planta, parcialmente por la estructura y composición de los sustratos. Además, es evidente que numerosos e importantes elementos de la calidad de las plantas de temporada tienen potencialmente una relación con esa composición y esa estructura.

### **1.3.3 La calidad morfológica de *Viola x wittrockiana***

De interés son también parámetros de evaluación concentrados en la planta en sí, que son los que pueden ser influidos por las características del sustrato y por las condiciones nutricionales que se derivan de ellas.

Test de calidad para la propia *Viola x wittrockiana* (Kelly et al, 2006) llevados a cabo en los Estados Unidos han considerado como parámetros de calidad basados en la planta: El ancho de la planta, el diámetro de la flor y dos escalas especiales para clasificar, de forma general, el follaje de la planta y las flores.

La altura de la planta medida desde la base del tallo al extremo de la inflorescencia, el ancho de la planta en los puntos que arrojen la medida mayor y el diámetro de las flores en base al promedio de tres plantas seleccionadas en los bordes/centro de las parcelas experimentales.

Las características subjetivas se midieron estableciendo un valor por cada parcela experimental, usando una escala creciente de 1 a 7. La escala aplicada a las características florales es la siguiente:

7 Flores numerosas, uniformemente distribuidas, en todas las plantas<sup>11</sup>, libres de síntomas de enfermedades.

4 Floración media, puede tener algunos daños por enfermedades pero no lo suficientemente severos como para hacer las plantas inaceptables.

1 Aspecto y número de flores inaceptable y/o daños severos por patologías, dando como resultado flores poco atractivas.

La clasificación del follaje se hace de forma similar:

---

<sup>11</sup> Se está evaluando la parcela en este caso.

7 Todas las plantas de una parcela tienen un follaje uniforme, están libres de síntomas de patologías y anomalías.

4 Densidad de follaje promedio, “acostado” de las plantas en la parcela mínimo y algún daño por insectos, pero aun aceptable.

1 Follaje escaso, tallos “acostados” y/o daños por patologías o plagas hacen a las plantas inaceptables.

Los ataques por artrópodos y enfermedades permiten clasificar el estado de la planta también en una escala similar, de 1 a 7. Para estimar el comportamiento general de las parcelas de plantas sometidas a distintos tratamientos, los valores de las cuatro evaluaciones se suman y se dividen entre cuatro.

Es de señalar que el objetivo de esta evaluación fue establecer un rango entre un gran número de cultivares de *Viola x wittrockiana*. O sea que en este caso los distintos tratamientos fueron los cultivares en sí. No obstante, la sencilla metodología puede aplicarse para la clasificación de parcelas/lotés de esta planta – y otras – para evaluar otro tipo de tratamientos. Distintos sustratos, por ejemplos.

## 1.4 Relación entre planta y sustrato

“La calidad de la planta en maceta depende fundamentalmente del tipo de sustrato que se utilice para cultivarlas y de sus características físico químicas” (García et al., 2001) realizaron una serie de experimentos basados en sustratos mezcla orgánica/inorgánica. Las fracciones orgánicas son las tradicionales en México, con turba y tierra de monte<sup>12</sup> y las alternativas basadas en cáscara de arroz, polvo de coco, corteza de pino y compost de jardinería. Las fracciones inorgánicas se basan en roca volcánica (piedra pómez y “tezontle”<sup>13</sup>).

La caracterización física de los sustratos experimentales es la tradicional, midiéndose densidad aparente y real, porosidad al aire y total, retención de humedad y tamaño de partículas. Por otra parte también se mide pH, conductividad eléctrica, N total y P, Ca, K y Mg solubles.

Las plantas experimentales fueron *Epipremnum aureum* (“potus”) y *Spatiphyllum wallisii*, sobre las cuales se midieron las siguientes variables: altura, peso fresco del follaje, número de hojas, peso fresco de las raíces, la calidad comercial, un índice general de productividad/calidad y medición de unidades “SPAD”.

La calidad comercial final se establece mediante una escala subjetiva visual de 1 a 3 para *E. aureum* y de 1 a 5 para *S. wallisii*.

“El Índice General de Productividad/Calidad proporciona una integración de la respuesta general del cultivo a los sustratos y permite, de manera más fácil, la identificación de aquellos sustratos con el mejor potencial de productividad y calidad para cada cultivo” (García et al., 2001).

Los valores SPAD miden cuánta luz de una cierta longitud de onda, absorbida preferentemente por la clorofila, es retenida por la muestra.

---

<sup>12</sup> La “tierra de monte es un material de origen mineral y orgánico que se desarrolla sobre terrenos forestales y/o de aptitud preferentemente forestal. Generalmente la tierra de monte es extraída de suelos de origen volcánico. Presenta partículas pequeñas y medianas y texturas finas a medias que le dan diferentes características en cuanto a retención de humedad, aireación, etc...” (Hernández Godínez y Jiménez González, 2003).

<sup>13</sup> El tezontle es una roca de origen volcánico que se produce a partir de piedra pómez, arena y lava. Tiene estructura vesicular y porosa.

Básicamente, esas medidas se correlacionan con el contenido real de clorofila de la hoja.

Para simplificar, se menciona que basándose en el Índice General de Productividad-Calidad, las mejores respuestas para *E. aureum* se obtienen con la mezcla de polvo de coco y corteza de pino, y polvo de coco y arena, mientras que en *S. wallissi* el sustrato universal de turba y agrolita da los mejores resultados, seguido por la corteza de pino y arena, la turba y el polvo de coco.

Las características de las plantas y el estado de desarrollo (aunque esto no es considerado en este experimento) que parte del estadio comercial, así como la disponibilidad del producto e incluso consideraciones medioambientales son decisivas en el momento de elegir el sustrato concreto. En este caso, y de acuerdo con los resultados generales, el polvo de coco en distintas combinaciones demuestra tener un gran rendimiento, siendo además un producto fácilmente disponible en México.

La búsqueda de sustratos que puedan sustituir a los basados en turba "*Sphagnum*" había llevado ya a otros investigadores a evaluar el comportamiento de algunas plantas de temporada: geranios, petunias y caléndulas bajo sustrato alternativo basado en polvo de coco (Evans y Stamps, 1996). En ese trabajo se midieron el período en días hasta la primera flor; la altura de las plantas y el peso fresco de las yemas fue medido para todas las plantas, mientras que el peso fresco de las raíces, el número de yemas axilares y el número de inflorescencias fue registrado para los geranios.

De ese estudio se desprende que una serie de características del sustrato se incrementan a medida que aumentan los porcentajes tanto de turba *Sphagnum* como de polvo de coco en los distintos sustratos. Tal sucede con el espacio poroso con agua, ya que la capacidad de retención de agua y densidad aparente se incrementan. Se observa también un aumento del peso fresco de las raíces con esos incrementos y que el peso fresco es mayor en sustratos basados en polvo de coco. Para todas las características externas de las plantas en consideración, se repiten las mismas tendencias: incrementos al incrementarse los porcentajes de ambos componentes en los sustratos y



mayores pesos/desarrollos en sustratos basados en polvo de coco cuando las proporciones son similares.

Los mejores resultados de desarrollo están correlacionados con una mayor capacidad de retención de agua del sustrato, ya sea proporcionada por turba o por polvo de coco. También se plantea la hipótesis de que determinados compuestos fenólicos presentes en sustratos a base de coco pueden haber favorecido el desarrollo de las raíces o evitado pérdida de las mismas debida a la acción de patógenos.

## **1.5 Estructuras de producción**

### **1.5.1 Criterios para caracterizar las instalaciones**

El tamaño de los viveros se ha medido en base a las superficies implicadas en la producción y a los volúmenes de unidades vendidas por año. Se trata de medidas convencionales, que se complementan en este caso inquirendo información sobre las estructuras de estos parámetros, en especial sobre el tipo de producto comercializado, lo que añade a la información sobre el volumen de operaciones datos sobre la diversificación de la producción. Ésta contribuye a estabilizar los ingresos y a una mejor utilización de las instalaciones, aunque complica el sistema de producción y su gestión.

La investigación sobre la tecnología de los viveros se lleva adelante con cierto detalle.

Con respecto a los invernaderos (los edificios comprometidos directamente en la producción) dan una primera estimación del nivel tecnológico de la producción.

Invernaderos de estructura metálica, con techo curvo semicircular o semielíptico y dispuesto en varias capillas paralelas permiten un mejor control de las condiciones internas del mismo, aproximándolas a las ideales para la planta, lo que también es apoyado por el tipo de cobertura.

Formas menos desarrolladas son los invernaderos tipo "parral", de escasa altura y techos planos o de poca pendiente. Estos permiten un cierto grado de protección a un menor costo, pero probablemente sean solo adecuados en zonas cuyo clima sea atemperado por la proximidad del mar. Proporcionan una protección inadecuada en áreas con climatología continental rigurosa.

Los equipos incluidos dentro del invernadero - o en su interface exterior bajo la forma de cobertura - establecen también una escala de desarrollo tecnológico, ocupando un extremo de la misma los equipos de control climático automatizado y el otro formas manuales como la apertura y cerrado de ventanales para la ventilación. Este tipo de equipamientos se instala, además, en estrecha relación con el tipo de estructura del invernadero. No tiene demasiado sentido aplicar un sofisticado sistema automatizado de control

climático, con apertura y cerrado de ventanas controlado por sensores a un parral tradicional de baja altura, techo plano y estructura de madera, que de todas maneras tiene un clima interior sumamente sensible a las oscilaciones externas.

Por otra parte, en España y otros países mediterráneos, los invernaderos de cristal o de tipo “Venlo” holandés, que permiten un control climático muy estricto, son muy escasos, debido a su alto coste de instalación y operatividad.

Otro tipo de elementos tecnológicos no relacionados con el control climático, a saber los de fertilización y el riego, permiten mayor flexibilidad en cuanto a su aplicación en distintos tipos de invernaderos. El riego por goteo se ha impuesto en casi todo tipo de cultivos protegidos y en muchos al aire libre, así también como en sistemas de fertirrigación de circuito abierto. Los circuitos de fertirrigación cerrados, por otra parte, son más recientes y se encuentran en sistemas tecnológicos sofisticados.

Los capítulos de la encuesta relativos al uso de sustrato deben servir como complemento a las investigaciones de laboratorio a realizar sobre estos elementos. Observaciones preliminares, no obstante, han permitido establecer que en las empresas investigadas los tipos de sustrato predominantes son los basados en turbas.

La cantidad de mano de obra utilizada es otro indicador del tamaño de una empresa. El cuestionario va más allá de eso, profundizando en aspectos de preparación técnica y científica de la misma, lo que indica el nivel tecnológico de las empresas.

Los aspectos de comercialización de producto y los distintos canales utilizados para ello pueden vincularse también a niveles de sofisticación, a tamaño y a estabilidad financiera del vivero mediante diversificación de las fuentes de ingreso.

- Tamaño (expresado en superficie, en producción física, en producción valorada económicamente, en uso de mano de obra).
- Tecnología utilizada (superficie protegida, sistemas de riego, calefacción, etc.).

### **1.5.2 Los viveros de Galicia, Norte de Portugal y Castilla y León**

El sector de plantas ornamentales en la zona Norte de España y Castilla y León está caracterizado por empresas relativamente jóvenes, en su mayoría familiares y con gerencia de primera y segundas generaciones, muchas veces compartida. La mayoría de las grandes empresas que actúan en el sector tienen menos de 35 años de funcionamiento y empezaron su actividad muchas veces de una manera muy artesana, aprovechando antiguos invernaderos de túneles, que antiguamente estaban dedicados a la producción hortícola o de flor cortada.

La gran influencia de la tecnología holandesa se hace notar hoy en día, ya que muchas de las tecnologías que se usan actualmente han sido desarrollados en Holanda, en concreto en las estaciones de investigación de Horticultura Intensiva, como en la Universidad de Wageningen, Wageningen UR Greenhouse Horticultures ([www.wageningenur.nl](http://www.wageningenur.nl), 2013). Buena parte de los sistemas de riego, sistemas de abonado, de reciclado de agua, control climático en invernaderos, mesas de cultivo, tecnologías de construcción de invernaderos, desarrollo y formulación de sustratos, control biológico, etc., tuvieron su origen en Holanda. Seguramente, el sector ornamental español y en concreto en Galicia, Norte de Portugal y Castilla y León, se beneficiaron de la proximidad de Holanda y todo el boom tecnológico de la horticultura ornamental, que se ha desarrollado en este país en los últimos 30 años.

Las grandes exposiciones y ferias del Sector, como la Horti Fair en Holanda ([www.hortifair.com](http://www.hortifair.com), 2013), la Feria IPM en Alemania ([www.ipm-essen.de](http://www.ipm-essen.de), 2013) e Iberflora en España, (<http://iberflora.feriavalencia.com>, 2013), sirvieron para que los profesionales del sector pudiesen estar actualizados de la introducción de nuevas tecnologías; además favorecieron la competencia entre empresas, lo que ha propiciado que la tecnología sea más asequible a todo el sector.

El gran boom de producción ornamental, coincidió y estuvo directamente relacionado con el gran desarrollo del sector de la obra pública. Muchas de las empresas del sector, desarrollaron su negocio basándose en relaciones con empresas que actuaban en jardinería pública, que fue uno de los grandes pulmones del sector. La *Viola x wittrockiana* es la planta más popular en

jardinería pública y obras, en el periodo de otoño/invierno, siendo este uno de los motivos que llevaron a elección de esta planta como tema de esta tesis de doctorado.

El sector de la construcción privada, también tuvo importancia en el desarrollo del sector. La construcción de viviendas, lleva como consecuencia directa la implantación de jardines, parques, terrazas, etc. El potencial de consumo de cada año es directamente proporcional a la zona de jardines disponible en las viviendas. Es decir, cada año se renuevan las zonas de jardinería privada (maceta, jardinera o zona de jardín, rotonda, etc.) con plantas de temporada y esto proporciona unas ventas directas para el sector.

La venta en Centros de jardinería, Agros, Grandes superficies, etc., favoreció la popularización de la utilización de las plantas de temporada, como la *Viola x wittrockiana* al nivel del consumidor final.

En Galicia, la fuerte tradición de producción hortícola, con influencia de la agricultura familiar, ha servido como base para el desarrollo del sector. La implantación de producción de flores cortadas, muchas de ellas con el soporte de cooperativas, también ha favorecido el sector ornamental gallego.

La producción ornamental, en concreto de plantas de temporada, en Galicia está distribuida en diversas zonas de influencia. Podemos destacar algunas: Tomiño – Tuy, Pontevedra – Villagarcía, Santiago de Compostela-Boqueixón, A Coruña – Espíritu Santo, Ferrol y ayuntamientos limítrofes, Ourense – Santa Cruz de Arrabaldo, entre otras.

La mayor parte de las empresas son de origen familiar, donde las distintas tareas, como administración, compras, planificación, producción, infraestructuras, ventas, etc., están repartidas entre los distintos integrantes de la familia. Muchas de estas empresas pasan hoy en día por un proceso de sucesión generacional, esto es, las nuevas generaciones van ocupando puestos estratégicos en las empresas.

La mayor parte de la producción se destina al consumo local, que cada vez se abastece mayoritariamente de empresas gallegas y del Norte de Portugal. Los precios de venta de las plantas de temporada son muy ajustados y no permiten la entrada de productos de otras zonas, que solamente son

competitivos muy al inicio de la temporada de primavera, cuando la producción local aun no es capaz de abastecer totalmente al mercado gallego.

La evolución del uso de la calefacción con biomasa también marca un antes y un después en el sector ornamental gallego, ya que permite controlar la temperatura y humedad en los invernaderos, en las épocas en las que las condiciones climáticas son más duras, o sea de octubre a abril. Esta situación permite adelantar la producción y controlar las enfermedades de una manera más eficaz, favoreciendo la oferta de las plantas locales, desde el inicio de la temporada de primavera.

La implantación de empresas constructoras de invernaderos, en la zona de Pontedeume, como Invernaderos Fertri S.L. ([www.fertri.com](http://www.fertri.com), 2013) e Invernaderos Trigo S.A. ([www.invernaderostrigo.com](http://www.invernaderostrigo.com), 2013), han favorecido el gran desarrollo del sector, ya que la moderna tecnología de los invernaderos está disponible y es más asequible, tanto para el sector productivo, como para el sector de Centros de Jardinería, lo que permite la producción en condiciones climáticas bastantes adversas, como las que tenemos en el Norte de España.

La situación en el Norte de Portugal se asemeja mucho a lo que pasa en Galicia y otras comunidades del Norte de España, como Asturias o Cantabria. También hay una fuerte influencia de la agricultura familiar y muchas de las empresas empezaron a partir de la tradición de la producción hortícola. Esta influencia y convivencia de los dos sectores (ornamental y hortícola), se percibe incluso más en estas zonas que en el resto de España. Otro factor a destacar es que los dos sectores, tanto hortícola como ornamental, comparten tecnologías de producción muy semejantes e incluso los mismos proveedores.

Los principales centros de producción están repartidos en las zonas de Valença do Minho, Viana do Castelo, Barcelos y Zona de Oporto (Valadares, Maia, Póvoa do Varzim), entre otros.

En el Norte de Portugal, la influencia de la jardinería pública se nota menos que en España y buena parte de la producción se dirige al consumidor final, en los mercados y ferias, centros de jardinería, grandes superficies, etc. La gran tradición de mantenimiento de los jardines privados y terrazas en las viviendas, favoreció bastante el crecimiento del sector. Se da un gran valor cultural y social al mantenimiento de los jardines, e incluso hay exposiciones de

jardines permanentes, como la que se celebra en Viana do Castelo todos los años.

En Castilla y León, hubo un gran desarrollo, a partir de las Asociaciones de Personas Discapacitadas y Centros Ocupacionales, de empresas y viveros de producción, donde el objetivo final no es la producción y comercio de plantas ornamentales y sí la ocupación y desarrollo profesional de personas con discapacidad. Podemos nombrar Fundaciones e Instituciones en Castilla y León, como por ejemplo, El Arca Asprodes y Salarca, en Salamanca, Fundación Personas en Zamora, Asprosub Benavente, Aspodemi Burgos, Centro Villa San Jose en Palencia, Aspanias Palencia, todas ellas pertenecientes el “Grupo Naturdis”, que está formado por un conjunto de Empresas Socialmente Responsables, al servicio de las personas con discapacidad intelectual, que desarrollan su actividad en el Sector de la Jardinería y Medio Ambiente, miembros todos ellos, de FEAPS Castilla y León” ([www.feapscyl.org](http://www.feapscyl.org); 2013). En este trabajo de tesis, se ha colaborado con dos de las empresas del grupo Naturdis.

En Castilla y León las grandes empresas de producción tuvieron una gran influencia en el desarrollo de la jardinería pública, además de las ventas para el consumidor final. Muchas de las empresas, en concreto en Salamanca y Valladolid, tuvieron una fuerte expansión, produciendo para empresas que se dedicaban a jardinería pública en Castilla y León e incluso en Madrid. En la actualidad, debido a la crisis, este sector ha perdido una gran parte de su importancia económica, lo que favorece a los viveros de la zona.

Las duras condiciones meteorológicas de Castilla y León, condicionan mucho la producción y consumo de plantas de temporada, que se limita a muy pocas especies, en el periodo de otoño/invierno. La *Viola x wittrockiana*, debido a su gran resistencia al frío y la nieve, es una de las pocas especies que se adaptan a este periodo de producción y comercialización.





## **JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**



## **2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

### **2.1 Justificación**

Desde el punto de vista personal este trabajo viene motivado por la posibilidad de poder plasmar en una tesis doctoral las experiencias adquiridas en los 25 años de actividad profesional en el sector ornamental, en tres países (Brasil, España y Portugal), posibilitando la consolidación de observaciones e informaciones prácticas, al tiempo que se carácter científico.

Básicamente en esta tesis se aborda el problema de la nutrición vegetal, sus aspectos prácticos y sus resultados en términos de calidad, y todo ello se aplica al caso de una planta ornamental de uso muy difundido en todo el mundo. Este tema ha sido abordado en otras ocasiones, pero en este trabajo de tesis está enfocado no desde el punto de vista de la aplicación directa de determinadas dosis de nutrientes o de otros insumos de los que depende el crecimiento, sino considerando el complejo camino asociado al sustrato comercial, es decir al medio utilizado para hacer llegar estos nutrientes a la planta.

La idea central de la investigación se ha presentado en la introducción, en la que se exponen y revisan una serie de antecedentes que demuestran que el tema estudiado se inscribe dentro del marco de una serie de preocupaciones relevantes; además se pone de manifiesto que los antecedentes que existen en la literatura permiten esperar determinados resultados de una investigación planteada en términos como los actuales.

El universo a investigar es el de los viveros comerciales ubicados en el noroeste de España y Portugal, incluyéndose 17 muestras tomadas en las instalaciones de 13 productores, considerados típicos por su nivel tecnológico, por sus productos ofertados y por las condiciones físicas y medioambientales bajo las cuales trabajan.

A pesar del reducido tamaño de la muestra estudiada, el conjunto de variables que están actuando sobre los resultados productivos resulta realmente elevado. Y no solamente considerando el elemento que está bajo el foco – el sustrato – sino también debido a diferencias en otras características de las unidades investigadas.

Esto lleva a la necesidad de estandarizar lo más posible, lo que se ha planteado como paso previo a la investigación, y se ha verificado mediante el análisis de las características de los sustratos investigados. Tratándose las unidades a investigar de viveros comerciales, cada uno de ellos recurre en su adquisición de “inputs” a soluciones también comerciales, lo que da como resultado una amplia paleta de particularidades cuyas características físicas y químicas relevantes para la investigación aparecen como poco claras o simplemente no aparecen. De ahí la necesidad de realizar análisis que investiguen esas características y las pongan bajo un común denominador.

Los análisis y determinaciones sobre las muestras de plantas obtenidas en los viveros constituyen el otro dato del problema, el camino de cuya resolución consiste en realizar la vinculación entre características de sustrato y resultados cualitativos sobre la planta.

En la introducción se han planteado estos problemas, y también las posibilidades que ofrece la experiencia para una solución aproximada de los mismos . Se han revisado los distintos tipos de sustrato existentes y su composición, las opciones para la determinación de calidad de planta y las exigencias comerciales que plantean, y se han señalado las características de la muestra de viveros y de plantas que se han investigado.

El análisis de los resultados obtenidos y su vinculación a fin de extraer las conclusiones pertinentes se han desarrollado a continuación, en los capítulos subsiguientes de este trabajo tesis. De este análisis se espera obtener una respuesta sobre el tipo de sustratos que para fines determinados – obtención de un tipo de planta – y para unas condiciones técnicas también determinadas sean más aptos para ser integrados en el paquete productivo.

## 2.2 Objetivos

El objetivo general de este trabajo de tesis consiste en establecer una vinculación entre el estado nutricional de diversos órganos (raíz, parte aérea y flor) de *Viola wittrockiana* cv Power con la calidad de la planta, así como con el tamaño de la flor y características del sistema productivo en viveros de productores de plantas ornamentales ubicados en las regiones españolas de Galicia, Castilla y León y el norte de Portugal.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Validar una metodología que permita asociar las propiedades de los sustratos comerciales utilizados por los productores con la infraestructura de producción, tecnología utilizada, nivel de conocimiento técnico y la calidad final de la planta (sistema radicular, parte aérea (PA) y flores).
- Identificar y caracterizar la tecnología de producción y los sustratos comerciales utilizados en la producción de *Viola x wittrockiana* en las regiones antes mencionadas.
- Poner a punto una metodología para la clasificación de la calidad comercial de *Viola x wittrockiana*, teniendo en cuenta parámetros tangibles y las demandas del mercado.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**





### 3 MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 Selección de los viveros y cuestionario de evaluación de sus características

El estudio, o sea cosecha de muestras de sustratos y material vegetal, análisis de laboratorio y aplicación de los cuestionarios se han realizado de enero de 2009 a marzo de 2010. Para esto se tomaron datos y efectuaron análisis en 17 muestreos tomados en viveros de 13 productores de plantas ornamentales ubicados en las regiones españolas de Galicia, Castilla y León y el norte de Portugal.

La selección de los viveros de producción que se estudian en esta tesis, se ha llevado a cabo seguido los criterios descritos a continuación.

- Ubicación en la Comunidad Autónoma de Galicia o regiones limítrofes.
- Gran influencia en su zona de actuación, tanto en producción como en comercialización.
- Representatividad de los distintos perfiles de empresas: empresas familiares, de carácter social, actuación en jardinería pública, actuación en ventas al consumidor final, etc.
- Utilización las más modernas tecnologías de producción y que los propietarios tengan un nivel suficiente de conocimiento técnico, para el buen desarrollo de la producción.
- Máxima diversidad de sistemas de abonado y riego.
- Máxima diversidad de formulaciones de sustratos comerciales.
- Cultivo *Viola x wittrockiana* como su artículo más importante en otoño-invierno.
- Disponibilidad para recibir el conocimiento técnico asociado a las nuevas tecnologías.

Los 13 productores que participan en el estudio se consideran representativos de las empresas de la región occidental de la Península Ibérica. No obstante, se trata de un grupo heterogéneo que difieren en numerosos aspectos que van mucho más allá del tipo de sustrato utilizado. A los efectos de conocer con el máximo detalle las características técnicas del vivero, y paralelamente a la evaluación de las propiedades físicas y químicas de los sustratos, se ha llevado a cabo una encuesta para conocer los aspectos más relevantes de la estructura y forma de operar de las unidades de producción. La evaluación de las infraestructuras disponibles debería de permitir establecer posibles influencias de las mismas sobre la calidad de la planta, independientemente de las propiedades del sustrato utilizado.

Las variables recogidas en esa encuesta cubren los siguientes aspectos:

- Tamaño de la empresa.
- Tecnologías empleadas, incluyendo información sobre tipos de sustratos.
- Mano de obra
- Canales de comercialización.

La técnica de elaboración y presentación del cuestionario se basa en la de opciones múltiples, evitándose las preguntas abiertas, a fin de evitar la fase de codificación de los datos, que pueden conducir a distorsiones. Por tanto, para la evaluación de características de los viveros, uno de los criterios juzgado como más importantes de este trabajo, se ha elaborado un amplio cuestionario, que busca obtener informaciones tangibles y evaluables a nivel estadístico; para ello se ha dado una puntuación, tras efectuar una división en distintos niveles, para los parámetros considerados como estratégicos del sistema productivo que se han evaluado.

A continuación se presentan los distintos parámetros y los criterios de evaluación que se han tenido en cuenta para evaluar las características de los viveros estudiados.

#### Aspectos Generales:

- Superficie de producción.

- Ventas anuales aproximadas (Unidades plantas)
- Clasificar los viveros en función de la facturación anual.
- Diversificación del vivero.
- Identificación de las principales especies producidas.
- División en distintas temporadas: Otoño/Invierno y Primavera/Verano.

Tecnología utilizada:

- Modelos de Invernaderos.
- Sistemas de control climático. Eficiencia energética.
- Sistemas de riego.
- Sistemas de abonado y fertilización de las plantas.
- Procedencia del agua de riego.
- Disposición del cultivo (mesas, suelo, parterres, bancales, etc).
- Sistemas de tratamiento fitosanitario.

Uso de automatismos y alta tecnología:

- Carros de riego,
- Sensores de pH y conductividad.
- Programas y sensores de control de clima (humedad, intensidad de luz, temperatura, etc).
- Máquinas de plantación (robots, etc).
- Máquinas de poda automática.

Sustratos Utilizados:

- Procedencia y origen.
- Formulaciones y Mezclas.
- Materias Primas.
- Tratamientos.
- Análisis Físicoquímicas realizadas.
- Sistemas automáticos para mezcla y formulación de sustratos

Mano de Obra (formación y capacitación de los equipos de trabajo y gerencia).

- Número de trabajadores.
- Modelos de contratación (Fijos, Eventuales, Autónomos, etc)
- Caracterización de la empresa (Familiar, S.L., S.A.).
- Formación/Nivel de capacitación de los trabajadores.
- Formación/Nivel de capacitación de los propietarios.
- Contratación de asesores/consultores técnicos externos.

Identificación de las Fuentes de obtención de información técnica/comercial:

- Pertenencia Asociaciones de Productores.
- Visita a ferias.
- Visita a otros productores.
- Campos de ensayo, proveedores.
- Revistas del sector, catálogos.
- Cursos, seminarios.
- Internet.

Sistemas de Comercialización.

- Venta a mayorista.
- Venta directa público
- Venta comercio minorista (centro jardinería/floristería/supermercado).
- Comercializadora propia.
- Cooperativa.

El cuestionario elaborado y empleado en este trabajo se presenta en el Anexo 7.1.

## 3.2 Análisis de los Sustratos

### 3.2.1 Sustratos comerciales utilizados y toma de muestras

Los sustratos utilizados por los viveros que fueron estudiados en esta tesis (Tabla 3) proceden de las empresas que se indican a continuación:

- Floragard Vertriebs GmbH für Gartenbau (www.floragard.de ; 2014).
- Jiffy Products España S.L.U. (TREF) (www.jiffygroup.com ; 2014).
- Pindstrup Mosebrug S.A.E. (www.pindstrup.es ; 2014).
- Floraska Turba y Sustratos (www.floraska.com ; 2014).
- Gramoflor GmbH & Co KG (www.gramoflor.de ; 2014).
- Stender Substrates (www.stender.de ; 2014).
- Klasmann – Dellmann GmbH (www.klasmann-dellmann.com ; 2014).

Tabla 3 - Listado de los sustratos utilizados en la tesis

Productores	Marca Comercial del Sustrato
Joao Rogério Vaz – P1	Tref BF4. Turba rubia 80% y turba negra 20%
Viveros La Garantía – P2	Pindstrup 50728 - Calibre 5 -10. 100% de turba rubia de Sphagnum. Estructura celular única
Horticultura Los Pinos – P3	Floragard S. Substr. PV REMP + PE/ EVP/ 3800. CODE 2798002
Viveros As Zancas – P4	Floraska, FKS 2 con proporción de turba rubia y turba negra de 70/30
Viveros Compostela – P5	Gramoflor + Turba Rubia Media 10-20, con 25% de corteza de Pinus.
Agroflor – P6	Floragard, con proporción de turba rubia y turba negra de 80/20, con la incorporación de arcilla
María José Viqueira – P7	Gramoflor especial viveros. Con una mezcla 80/20 de turba rubia y turba negra y Gramofibre abonado con 1,0 kg/ m <sup>3</sup> de PG Mix
Viveros Casa Xardin – P8	Gramoflor especial viveros. Con una mezcla 80/20 de turba rubia y turba negra y Gramofibre abonado con 1,0 kg/ m <sup>3</sup> de PG Mix
Viveros Curras – P9	Gramoflor especial vivero con una mezcla de turba Rubia 80% y turba Negra 20%
Viveros Torres – P10	Pindstrup, formulación número 51819. 10% perlita.
Joaquim da Silva Cardoso – P11	Stender Potting substrate. Turba rubia y mezcla de otras turbas con 5% aproximado de perlita
El Arca Asprodes – P12	Gramoflor Profisubstrat
Asprosub – Zamora – P13	Turba Rubia TS3 de la empresa Klasman. Se añade 2g/litro de sustrato el abono NPK + Mg

Por lo tanto, se comprueba que la mayoría de los sustratos están basados en turbas de origen vegetal. Las propiedades físicas y químicas de los sustratos seleccionados se analizaron de acuerdo con las Normas Europeas, como se describe en los apartados siguientes.

La toma de muestra se llevó a cabo siguiendo el método especificado en la norma UNE-EN 12 579. Como se indica en dicha norma, el volumen de la muestra tomada para caracterizar las propiedades físicas ha de ser, al menos, de 30 l.

Dado que los sustratos se comercializan generalmente por volumen, y puesto que el contenido de humedad, en estas condiciones, afecta enormemente al material, es habitual determinar la cantidad de material de acuerdo con los criterios descritos en la norma UNE – EN 12 580.

### **3.2.2 Análisis de las propiedades físicas**

El análisis de las propiedades físicas de los sustratos se llevó a cabo siguiendo los métodos especificados en las normas UNE-EN 13 040 (Preparación de las muestras para ensayos físicos y químicos, materia seca, humedad y densidad aparente compactada de laboratorio) y UNE-EN 13 041 (Determinación de propiedades físicas: Densidad aparente, volumen de aire, contracción y porosidad.)

En primer lugar, y previamente a los análisis físicos y químicos de los sustratos se prepararon muestras de ensayo sin secar. Para ello se mezcló concienzudamente la muestra de laboratorio, rompiendo con cuidado cualquier terrón o aglomerado de muestras que se haya originado durante el transporte, la recepción o el almacenamiento.

Hay que tener en cuenta que las propiedades físicas del sustrato se van modificando conforme se desarrolla el cultivo debido al desarrollo de las raíces, mientras que las propiedades químicas pueden debido tanto a la fertilización como a la absorción de nutrientes (Masaguer y López-Cuadrado, 2006). En este trabajo, en general, las propiedades físicas antes mencionadas se determinaron en los sustratos originales; sin embargo el contenido en materia seca, la humedad y las propiedades químicas también se determinaron al final del período vegetativo. Por ello, la preparación de las muestras sin secar en

estufa se llevó a cabo tanto en el sustrato original como en el sustrato muestreado al final del cultivo.

En las Figuras 3, 4, 5 y 6 se puede observar respectivamente, la llegada de las macetas al laboratorio, al final del período de cultivo, el sustrato y la parte aérea separados y el secado y envasado del sustrato.



Figura 3. Llegada del material al laboratorio



Figura 4. Separación Preparación del sustrato y parte aérea para secado



Figura 5 . Secado al aire de las muestras de sustrato



Figura 6 – Sustrato final triturado



### 3.2.2.1 Contenido en materia seca

Se seca una porción de la muestra de ensayo a  $75^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  en una estufa ventilada, hasta que la muestra se deshaga al tocarla.

Se determina el peso de la bandeja vacía ( $m_T$ ), y se calienta a  $103^{\circ}\text{C}$  en una estufa y se enfría en desecador. Tras enfriar se pesó la bandeja para obtener ( $m_T$ ).

Se transfieren aproximadamente 50g de la muestra preparada y mezclada a la bandeja y se reparte para que tenga un espesor uniforme y no superior a 2 cm y, enseguida, se pesa con una precisión de 0,01 g ( $m_w$ ). Se anota la masa seca de la muestra y la bandeja ( $m_D$ ).

El contenido en materia orgánica en la muestra se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$D_M = \frac{(m_D - m_T)}{(m_w - m_T)} \times 100 \quad (2)$$

Donde

$D_M$  es el contenido de muestra seca expresado como porcentaje en masa;

$m_w$  es la masa en gramos de la muestra húmeda y de la bandeja;

$m_D$  es la masa en gramos de la muestra seca y la bandeja;

$m_T$  es la masa en gramos de la bandeja vacía seca.

### 3.2.2.2 Contenido en humedad

Al igual que para la determinación en materia seca, se parte, de una porción de la muestra de ensayo a  $75^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  en una estufa ventilada, y se sigue el mismo procedimiento.

El contenido en humedad se obtiene empleando mediante la ecuación:

$$W_M = \frac{(m_w - m_D)}{(m_w - m_T)} \times 100 \quad (3)$$

Donde

$W_M$  es el contenido de humedad expresado como porcentaje en peso;

$M_w$  es la masa en gramos de la muestra húmeda y de la bandeja;

$M_D$  es la masa en gramos de la muestra seca y la bandeja;

$M_T$  es la masa en gramos de la bandeja vacía seca.

### 3.2.2.3 Densidad aparente compactada

La determinación densidad aparente ( $D_a$ ) de un sustrato permite calcular y expresar los resultados analíticos en base a una relación peso/volumen, cuando estos se han obtenido del análisis de un peso conocido de submuestra.

Se utilizó un cilindro rígido de ensayo con una capacidad nominal de 0,997 l, y un diámetro de 0,1 m (tabla 4). El aparato para la determinación de la densidad aparente compactada en laboratorio está constituido el cilindro de ensayo, un collar desmontable, un embudo, un pistón (0,65 kg), un controlador de caída con soporte (se trata de un tamiz con un diámetro aproximadamente de 0,2 m y aberturas cuadradas de 0,02m).

Tabla 4 - Dimensiones del cilindro y masa correspondiente del pistón

Parámetros seleccionados		Tolerancia
Diámetro (m)	0,100	0,000
Altura (m)	0,127	±0,001
Volumen (l)	0,997	±0,030
Masa del Pistón (kg)	0,650	±0,005

Fuente: UNE-EN 13040:2007

El cilindro de aproximadamente un litro se ajusta con un collar de extensión y se llena con la muestra a utilizar mediante la ayuda de un embudo. A continuación, se aplica la compactación especificada.

Se pesa el cilindro de ensayo vacío ( $m_0$ ), utilizando una balanza con una aproximación de 0,001kg. Se coloca el collar y el embudo en su posición y se sitúa el tamiz que hace de controlados a aproximadamente 0,005 m por encima del embudo (Figura 7).

Se toman aproximadamente 5 l del material tamizado y homogeneizado y se reparten con suavidad, utilizan una paleta para pasarlo a través del tamiz de 0,02 m. Se toman cantidades iguales de material a lo largo de la masas, de tal modo que el aparato se llena esparciendo el material por encima del tamiz/controlador de flujo. Una vez llenado el aparato, se quita el tamiz, se elimina el material en exceso y se enrasa el borde superior del collar utilizando una regla para nivelar el material (se deben evitar compactaciones o alteraciones adicionales).



Figura 7. Cilindro de ensayo, collar, controlador de caída y pistón

A continuación, se pesa el material y el cilindro ( $m_x$ ) con una aproximación a 1 g.

El procedimiento se repite tres veces utilizando material nuevo cada vez para obtener un valor medio.

Para obtener los resultados, se calcula la media aritmética de los resultados obtenidos utilizando la siguiente ecuación:

$$m_L = \frac{\sum m_x}{n} \quad (4)$$

*Dónde:*

$m_L$  es la media aritmética de la masa en gramos de la muestra y el cilindro;

$m_x$  es la masa en gramos del cilindro y la muestra;

$\sum m_x$  es la suma de las muestras en gramos de las  $n$  repeticiones donde  $n$  es el número de repeticiones.

La densidad aparente compactada bajo estas condiciones de laboratorio se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_D = \frac{m_L - m_0}{V} \quad (5)$$

*Dónde:*

$L_D$  es la densidad aparente de laboratorio en gramos por litro;

$m_0$  es la masa del cilindro de ensayo vacío en gramos;

$m_L$  es la media aritmética de la masa en gramos de la muestra y el cilindro;

$V$  es el volumen en litros del cilindro de ensayo.

### **3.2.2.4 Densidad aparente seca**

De acuerdo con la norma europea, se ha puesto a punto un método instrumental para la determinación de las siguientes propiedades físicas del suelo: densidad aparente seca, volumen de agua, volumen de aire, valor de contracción y porosidad total de los sustratos. En primer lugar, la muestra se introduce en un tubo de plástico satura en agua, se lleva a un lecho de arena, y se equilibra a una succión de -50 cm. A continuación la muestra se transfiere a cilindros formados por dos anillos y se rehumidifica y equilibra a una succión de -10 cm. Los anillos empleados tienen 100 mm de diámetro interior, siendo la altura del anillo inferior 50 mm y la del anillo superior 53 mm. Es necesario registrar la masa ( $m_1$ ) del anillo inferior o anillo de muestra y determinar su volumen ( $V_1$ ); el volumen inicial se determina a partir de la altura media ( $h_1$ ) y el diámetro medio ( $d_1$ )

La mesa de succión empleada es del tipo lecho de arena. La succión a -50 cm se mide desde el borde inferior del tubo de plástico. La succión a -10 cm se mide desde la mitad del anillo inferior. La regulación de la columna de agua se puede controlar mediante un tensiómetro.

La primera determinación se inician llenando dos tubos de plástico (es decir, aproximadamente 2 litros de material) para cada muestra, evitando la formación de huecos. Cada tubo se cubre con una gasa sintética que se fija mediante una banda elástica. Se colocan los tubos sobre la rejilla en un baño de agua vacío.

Se llena lentamente el baño de agua hasta que el nivel esté 1 cm por debajo del borde superior del tubo, manteniendo un flujo de agua constante. Se deja reposar manteniendo el nivel de agua constante hasta la humidificación completa de la muestra, hasta un máximo de 36 horas. Una vez retirados los

tubos, se transfieren inmediatamente a la mesa de succión, de modo que el fondo del tubo se encuentre completamente en contacto con la arena. Se aplica durante 48 horas una succión de -50 cm, medidos a partir del fondo del tubo).

A continuación se efectúa la segunda determinación en los cilindros formados por dos anillos (superior e inferior) unidos. Para ello se mezcla el contenido de los dos tubos anteriores y se transfiere en porciones de aproximadamente 50 mL a cuatro cilindros de doble anillo, sin compactarlos o sin dejar huecos de aire y hasta llenarlo completamente el cilindro.

Se llena lentamente el baño de agua hasta 1 cm por debajo del borde del anillo superior, manteniendo el nivel de agua constante durante 24 horas. Se transfieren los anillos al lecho de arena y se aplica una succión de -10 cm, medidos a partir de la mitad del anillo inferior durante un período mínimo de 48 horas, pudiendo llegar a 72 horas. Se retiran los cilindros de la mesa de succión, y se separan el anillo superior e inferior, con la ayuda de un cuchillo, evitando la compactación o la deformación de la muestra. Se retira todo el material adherido al exterior del anillo.

Se anota la masa del anillo inferior o anillo de muestra en húmedo ( $m_2$ ) y luego se lleva a una estufa a 103°C hasta masa constante ( $m_3$ ). Se mide con un calibre la altura media ( $h_2$ ) del cilindro y su diámetro medio ( $d_2$ ).

El volumen del anillo de muestra se calcula mediante la ecuación:

$$V_1 = \{\pi \times (0,5 d_1)^2 \times h_1\} \quad (6)$$

Donde

$V_1$  es el volumen del anillo, en centímetros cúbicos;

$d_1$  es el diámetro del anillo de muestra, en centímetros;

$h_1$  es la altura del anillo de muestra, en centímetros.

A partir de las masas secas y húmedas y del volumen de muestra (anillo inferior) y conociendo además el contenido en materia orgánica y cenizas (determinados conforme a la norma UNE-EN 13 039) se pueden obtener diversas propiedades físicas de un sustrato, incluyendo densidad aparente, valor de contracción, densidad de partícula, porosidad total, volumen de agua y volumen de aire..

La densidad aparente seca se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D_{BD} = \frac{(m_3 - m_1)}{V_1} \times 100 \quad (7)$$

Donde

$D_{BD}$  es la densidad aparente seca, en kilogramos por metro cúbico;

$m_1$  es la masa del anillo de muestra en gramos;

$m_3$  es la masa de muestra seca y del anillo de muestra en gramos

$V_1$  es el volumen del anillo de muestra, en centímetros cúbicos;

### 3.2.2.5 Valor de contracción

Se conoce como valor de contracción la pérdida de volumen de la muestra después del secado. Para calcular este parámetro es necesario conocer el volumen del anillo de la muestra y el volumen medio de la muestra seca, que se obtiene mediante la expresión:

$$V_m = \pi \times (0,5 \times d_2)^2 \times h_2 \quad (8)$$

Donde

$d_2$  es el diámetro de la muestra seca, en centímetros;

$h_2$  es la altura de la muestra seca, en centímetros.

A continuación, se obtuvo el valor de contracción aplicando la siguiente ecuación:

$$S_{\%} = \frac{(V_1 - V_m)}{V_1} \times 100 \quad (9)$$

Donde

$S_{\%}$  es el valor de la contracción de la muestra, después del secado, expresado en porcentaje de volumen;

$V_1$  es el volumen del anillo de muestra, en centímetros cúbicos;

$V_m$  es el volumen medio de la muestra seca, en centímetros cúbicos

De acuerdo con Abad et al.(1992), el rango recomendado del valor de contracción para sustratos es  $S_{\%} < 30$

### 3.2.2.6 Densidad de partícula

La densidad de partícula se define como la relación entre la masa total de partículas sólidas secadas en estufa y el volumen de estas partículas. Si bien en muestra de suelo la densidad de partícula se determina siguiendo el método

del picnómetro, en el caso de sustratos orgánicos se suele obtener indirectamente a partir del contenido en materia orgánica y ceniza. Este método está basado en la predominancia de las partículas orgánicas sobre las partículas minerales.

En base a lo anterior, la densidad de partícula se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$P_D = \frac{1}{\{W_{mo} / (100 \times 1550)\} + \{W_{cenizas} / (100 \times 2650)\}} \quad (10)$$

Donde

$P_D$  es la densidad de partícula, en kilogramos por metro cúbico;

$W_{mo}$  es el contenido en materia orgánica, expresado en porcentaje de masa (100 - % de Cenizas);

$W_{cenizas}$  es el contenido de las cenizas expresadas en porcentaje de masa;

1550 se considera que es la densidad de la materia orgánica en kilogramos por metro cúbico;

2650 se considera que es la densidad de las cenizas en kilogramos por metro cúbico;

### 3.2.2.7 Porosidad total

La porosidad total se refiere al volumen total de poros ocupados por agua y/o aire medido para un valor de succión determinado.

En este trabajo la porosidad total se calculó después de la aplicación de una succión de – 10 cm, mediante la siguiente ecuación:

$$P_s = \left[ 1 - \left( \frac{D_{BD}}{P_D} \right) \right] \times 100 \quad (11)$$

Donde

$P_s$  es la porosidad total, expresada en porcentaje de volumen de la muestra húmeda, % (v/v) para una presión de menos 10 cm;

$D_{BD}$  es la densidad aparente seca, en kilogramos por metro cúbico;

$P_D$  es la densidad de partícula, en kilogramos por metro cúbico.

El valor recomendado de la porosidad total ha de ser  $P_s > 85\%$  (Abad et al. 1992)

### 3.2.2.8 Volumen de agua

El Volumen de agua es aquella porción del sistema poroso de una muestra ocupado por agua, medido en unas condiciones de succión específicas. El volumen de agua se evaluó tras aplicar una succión de – 10 cm con la siguiente ecuación:

$$W_V = \frac{(m_2 - m_5)}{V_1} \times 100 \quad (12)$$

Donde

$W_V$  es el volumen de agua expresado en porcentaje de volumen de la muestra húmeda, % (v/v) para una presión de menos 10 cm;

$V_1$  es el volumen del anillo de muestra, en centímetros cúbicos;

$m_2$  es la masa en gramos de la muestra húmeda más la del anillo de la muestra para una presión hidrostática de menos 10 cm;

$m_5$  es la masa en gramos de la muestra seca más la del anillo de la muestra para una presión hidrostática de menos 10 cm;

El valor recomendado para el volumen de agua,  $W_V$  se encuentra entre los valores de 55 a 75% (Abad et al. 1992).

### 3.2.2.9 Volumen de aire

El volumen de aire representa la porción del sistema poroso ocupada por aire para un valor de succión definido. El volumen de aire se calculó después de haber aplicado una succión de -10 cm mediante la expresión:

$$A_V = P_S - W_W \quad (13)$$

Donde

$A_V$  es el volumen de aire en porcentaje de volumen % (v/v) de muestra húmeda, para una presión de menos 10 cm;

$P_S$  es la porosidad total, expresada en porcentaje de volumen de la muestra húmeda, % (v/v) para una presión de menos 10 cm;

$W_V$  es el volumen de agua expresado en porcentaje de volumen de la muestra húmeda, % (v/v) para una presión de menos 10 cm.

De acuerdo con Abad et al. (1992) el volumen de aire  $A_V$  recomendado se encuentra entre 10 y 30%.



### 3.2.3 Análisis de las propiedades químicas

La preparación de la muestra para análisis químicos incluye siempre la homogenización concienzuda y el secado de la misma, de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE – EN 13 040. Las propiedades químicas analizadas han sido pH (norma UNE – EN 13 037), conductividad eléctrica, CE, (norma UNE – EN 13 038), materia orgánica y ceniza (norma UNE- EN 23029) y nutrientes y elementos solubles en agua (UNE – EN 13 652).

El tamaño del material utilizado para preparar las muestras puede oscilar ampliamente. De este modo, para la determinación de pH y conductividad eléctrica (CE) se requieren partículas inferiores a 20 mm, mientras que para materia orgánica y cenizas se parte de submuestras con partículas inferiores a 2 mm, obtenidas tras molienda, según las especificaciones de la norma UNE- EN 13 040 antes mencionada.

La preparación de las muestras para las determinaciones de pH, CE y nutrientes y elementos solubles en agua son similares. Se parte de material tamizado a 20 mm (0,02 m). La cantidad de muestra se calcula teniendo en cuenta el valor de la densidad aparente compactada, determinado previamente, según las especificaciones de la norma UNE – EN 13 040. En este trabajo se toman muestras de peso equivalente a un volumen de 0,06 l, efectuando la pesada con una precisión de 1g.

A continuación se prepara una solución del extracto en agua a 22° C. Para ello la muestra con peso equivalente a un volumen de 0,06 se transfiere a un recipiente, donde se adicionan 0,3 l de agua; se cierra la tapa y se agita durante una hora en un agitador vaivén (Figura 8) Dicho agitador ha de ser capaz de albergar los recipientes y mantener la muestra en suspensión sin dañar la estructura de la misma.

La determinación de pH se lleva a cabo en la suspensión del sustrato en agua. Sin embargo las determinaciones de CE, y nutrientes y elementos solubles se lleva a cabo en el extracto obtenido por filtración de la suspensión anterior, a través de un papel de filtro; se desechan los primeros 10 ml extraídos. Cuando el filtrado es demasiado lento, el equipo de extracción se conecta a una bomba de vacío (Figura 9). Para preparar el blanco se repite el filtrado, omitiendo la muestra.



Figura 8. Agitador de las muestras.

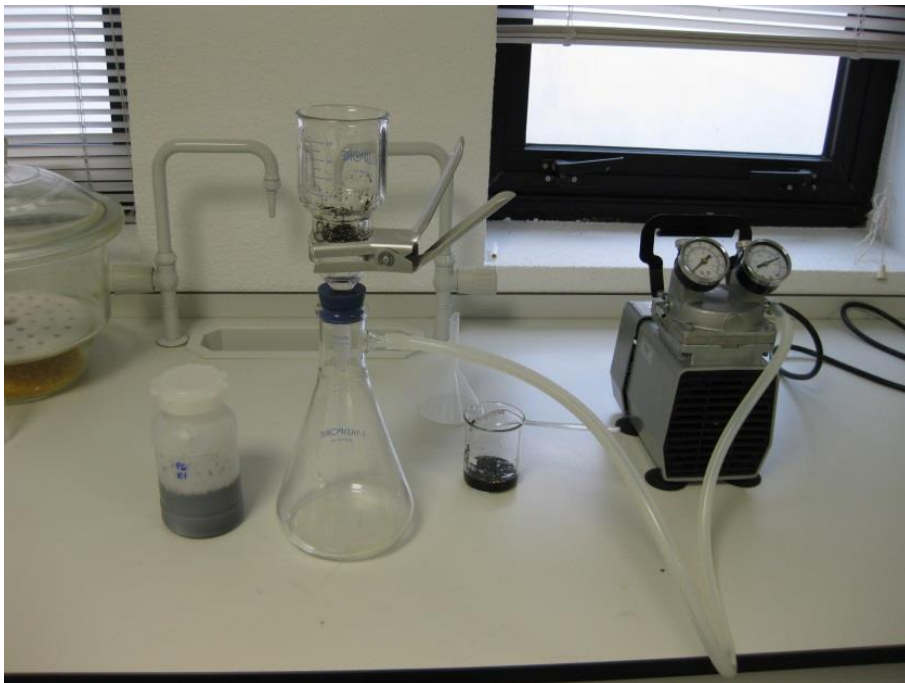


Figura 9. Filtración de las muestras

### 3.2.3.1 Determinación del contenido en materia orgánica y de las cenizas

Se secó a  $75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  en una estufa ventilada, una porción de la muestra de ensayo hasta que se deshaga al tocarla. El tamaño de las partículas debe reducirse de forma que la muestra seca pase por el tamiz de 2mm de abertura de malla. Puede ser necesario golpear, cortar o reducir partículas grandes antes de la molienda.

#### Preparación de las cápsulas

Se calentó la cápsula durante 16 horas en el horno de mufla a  $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se ha dejado enfriar en el desecador. Una vez enfriado, peso con una precisión de 0,001 g. Se anotó la masa de la cápsula  $m_0$ .

#### Determinación

Distribuyó sobre la superficie de la cápsula aproximadamente 5g de la muestra de ensayo y secar en la estufa a una temperatura de  $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 4 horas.

Se dejó enfriar la cápsula y su contenido hasta temperatura ambiente en el desecador y pesó con una precisión de 0,001g. Coloco la cápsula y su contenido en la estufa, mantuvo la temperatura a  $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 1 hora más.

Se dejó enfriar la cápsula y su contenido hasta temperatura ambiente en el desecador y peso con una precisión de 0,001g. Se repitió las operaciones de calentar, enfriar y pesar hasta que la diferencia entre dos pesadas sucesivas sea menor de 0,01 g. Anotó la masa de la cápsula y de la muestra seca  $m_1$ .

Se colocó la cápsula y su contenido en el horno de mufla frío y se elevó la temperatura gradualmente durante 1 hora aproximadamente, hasta alcanzar  $450\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Mantener esta temperatura durante 6 horas. Dejar que la cápsula y su contenido se enfríen hasta temperatura ambiente en el desecador y pesar con una precisión de 0,001 g. Se colocó la cápsula y su contenido en el horno de mufla y mantuvo durante 1 h más a  $450\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .

Se dejó que la capsula y su contenido se enfríe hasta temperatura ambiente en el desecador y pesó con precisión de 0,001 g. Se repitió las operaciones de calentar, enfriar y pesar hasta que la diferencia entre dos

pesadas sucesivas sea menor de 0,01g. Se anotó la masa de la cápsula y de la muestra tras da combustión  $m_2$ .

El contenido de materia orgánica se expresa como porcentaje en peso de muestra seca, y viene dado por la ecuación:

$$W_{mo} = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} \times 100 \quad (14)$$

El contenido de cenizas, se expresa como porcentaje en peso de muestra seca, viene dado por la ecuación:

$$W_{cenizas} = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100 \quad (15)$$

Donde

$W_{m_0}$  es el contenido en materia orgánica en %m/m;

$W_{cenizas}$  es el contenido en cenizas en %m/m;

$m_0$  es el peso de la cápsula en gramos;

$m_1$  es el peso de la cápsula y la muestra tras secar en gramos;

$m_2$  es el peso de la cápsula y la muestra tras su combustión en gramos.

### 3.2.3.2 Determinación del pH

La determinación del pH de la suspensión del sustrato en agua se realizó mediante un pH-metro Crison-micro pH2000, ajustando a una temperatura de 20°C . La calibración del aparato se llevó a cabo conforme a las especificaciones del fabricante. Inmediatamente antes de la medición, se agitó la suspensión enérgicamente y se leyó el valor de pH, tras la estabilización. Por tanto el pH se determina en solución acuosa 1:5.

Los valores recomendados de pH varían de acuerdo con diferentes autores. En este trabajo se ha utilizado el rango de pH recomendado por Ansorena et al. (1994), para soluciones acuosas 1:5, que oscila entre 4,5 – 6,5.

### 3.2.3.3 Determinación de la Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica específica de los extractos filtrados(solución 1:5) se midió durante la primera hora después de la extracción, y se expresó en mili Siemens por metro (mS/m). Se utilizó el medidor de conductividad Crison CM 35, que se calibró siguiendo las instrucciones del fabricante. Las

mediciones se llevaron a cabo con el dispositivo de corrección de temperatura a 25°C.

En este trabajo, de acuerdo con Gabriels et al.(1984) se consideró que el valor óptimo de la conductividad eléctrica(CE) corresponde al rango comprendido entre 200-425 mS/m. Sin embargo, de acuerdo con Ansorema et al.(2014) los valores de conductividad eléctrica oscilan entre 350 - 500 mS/m.

#### **3.2.3.4 Determinación de macro- y microelementos**

Las determinaciones de macro- y micronutrientes también se efectuaron en extractos filtrados, preparados como se indicó anteriormente, una vez desechando los primeros 10 ml.

Las concentraciones de los elementos analizados se midieron por espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS). En las determinaciones se empleó un ICP-MS alta resolución de sector magnético Element 2. Los elementos determinados tras la extracción acuosa en los extractos fueron los siguientes: P, K, Mg, Na, Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Pb y B.

El plasma de acoplamiento inductivo es una fuente de ionización a presión atmosférica donde la muestra que llega es atomizada e ionizada. Los iones formados pasan al espectrómetro de masas donde son separados según su relación carga/masa. Cada una de las masas que llega al detector es analizada para determinar su percentual en la muestra. Se trata de una técnica espectroscópica especialmente desarrollada para el análisis de elementos, dando lugar a medidas rápidas, exactas y precisas.

Esta técnica permite la determinación multielemental de la mayoría de los elementos del sistema periódico y presenta numerosas ventajas. Así, da origen a espectros de masas simples de los elementos, se alcanzan Límites de Detección de unas pocas ppb-ppt para la mayoría de los elementos, se obtienen intervalos de linealidad que abarcan de 6 a 7 órdenes de magnitud, permite la medida de relaciones isotópicas, se le puede acoplar técnicas de separación como la cromatografía líquida, gaseosa o la electroforesis capilar y permite utilizar sistemas de introducción de muestras como la vaporización

electrotérmica, la ablación por Laser, la nebulización ultrasónica o la desolvatación.

Análisis de cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), fue determinada mediante la cromatografía iónica. (UNE-EM 1304-1:2009). La preparación de la muestra se llevó a cabo de acuerdo a lo siguiente, en el momento de su recepción se toman alícuotas de las muestras.

La cromatografía iónica es un método eficaz para la separación y cuantificación de iones orgánicos e inorgánicos, y cuya detección es normalmente por conductividad. La mayoría de las separaciones se llevan a cabo por intercambio iónico sobre fases estacionarias con grupos funcionales cargados. Los intercambiadores iónicos más importantes son los basados en resinas sintéticas.

Para el análisis de aniones se suele emplear la técnica de supresión química en la que la conductividad de fondo se elimina tanto química como electrónicamente.

En esta tesis se utilizarán los intervalos recomendados por Ansorena et al. (2014) para extracciones acuosas 1:5 de acuerdo con el esquema presentado a continuación:

**Nitrógeno Total - 100 – 180 (mg/l)**

**$\text{NH}_4^+$  < 40 (mg/l)**

**Fosforo - 29 – 100 (mg/l)**

**Potasio - 101 – 650 (mg/l)**

**Magnesio - 16 – 150 (mg/l)**

**Sodio < 100 (mg/l)**

### **3.2.3.5 Análisis elemental de carbono, nitrógeno, hidrógeno y azufre**

Se utilizó un analizador elemental para determinar las concentraciones de C, N, H y S. Esta técnica de análisis por vía seca está totalmente automatizada, y se basa en la combustión de las muestras en condiciones óptimas ( $T=950-1.100^\circ\text{C}$ , atmósfera de oxígeno puro) para convertir los elementos antes mencionados en gases simples ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{SO}_2$ ) para conseguir a continuación una determinación cuantitativa.

Este método analítico se basa en la completa oxidación de la muestra mediante una combustión instantánea. Los gases resultantes de la combustión son transportados mediante un gas portador (He) a través de un horno de reducción. En este punto existen dos sistemas. El primero funciona mediante la utilización de una columna cromatográfica, donde se produce la separación de los distintos elementos, concluyendo con su paso por un detector de conductividad térmica (D.C.T.) que origina una señal directamente proporcional a la concentración de cada uno de los componentes. El segundo sistema consiste en ir detectando por técnica de IR los diferentes productos de la combustión ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{SO}_2$ ) y finalmente el  $\text{N}_2$ . Una vez eliminados el resto de los gases.

Dado que se trata de una técnica de análisis por vía seca, el análisis elemental mide el carbono total,  $t$ , en ausencia de carbono inorgánico, se puede usar para cuantificar el carbono orgánico de suelos o sustratos. Las principales ventajas de los analizadores elementales estriban en que garantizan la destrucción de todas las formas de carbono, la preparación de la muestra previa al análisis es mínima y el poco tiempo que requiere dicho análisis. Uno de los inconvenientes es la pequeña cantidad de muestra que usan los analizadores elementales, por lo que se considera que la precisión de los resultados está asociada a la homogenización de la muestra.

La combustión por vía seca se llevó a cabo mediante un analizador elemental Carlo Erba EA 1108. En este equipo los gases obtenidos por combustión son transportados usando helio como gas portador (helio) a través de un horno de reducción y de una columna cromatográfica, donde se produce la separación de los mismos, empleando finalmente un detector de conductividad térmica para su cuantificación. El intervalo de cuantificación es muy amplio, abarcando desde niveles traza (10-100 ppm, dependiendo del elemento) hasta el cien por cien de la muestra.

### **3.3 Evaluación de calidad y análisis de elementos nutritivos en la planta**

Se ha realizado un muestreo de plantas obtenidas en esos viveros. Tres muestras de cada ubicación, y cada una de esas muestras compuestas por diez plantas. O sea que son tres repeticiones de 17 invernaderos de producción de 13 viveros. Un total de 51 muestras de diez plantas cada una, o sea 510 plantas en total. De las plantas se han analizado, tanto las flores como las raíces, eliminando los botones florales.

#### **3.3.1 Calidad morfológica**

La metodología desarrollada para la clasificación de calidad de la *Viola x wittrockiana*, siguiendo la metodología recomendada pela VBN que se utiliza en las subastas de Holanda, se ha dividido en tres clases de calidad, presentadas a continuación:

##### **3.3.1.1 Clases de Calidad en Parte aérea (PA)**

###### **Clase A1/Extra:**

Representa los productos de excelente calidad, libres de defectos graves, aceptándose algunos defectos o imperfecciones mínimos. Las plantas que componen la partida, deben tener una calidad homogénea, libres de plagas y enfermedades, con sistema radicular plenamente desarrollado y sano. Las hojas deben estar con un color verde intenso y sin la presencia de residuos químicos. Mínimo de 3 botones florales totalmente desarrollados.

###### **Clase A2/Primera:**

Representa los productos de buena calidad, que no presenten defectos graves, como podredumbres o síntomas evidentes de plagas y enfermedades. Las partidas deben ser uniformes. El sistema radicular debe estar sano, mismo que aún no esté totalmente desarrollado. Se aceptan hojas con pocos residuos químicos, pero que no comprometan la presentación de las plantas. Mínimo de 2 botones florales totalmente desarrollados.

###### **Clase B/Segunda:**

Plantas de calidad regular, pero que no cumplan las especificaciones de la clase B/Segunda. Se pueden tolerar pequeñas cantidades de residuos en las hojas y algún síntoma de plagas y enfermedades, pero ya tratados y con no



evolucione para la muerte de la planta. Se tolera un sistema radicular salo, pero poco desarrollado. Plantas que presenten uno o ninguno botón floral.



Figura 3. Fotos de la clase de calidad A1



Figura 4. Fotos de la clase de calidad A2



Figura 5. Fotos de la clase de calidad B

### 3.3.1.2 Clases de Calidad en Raíz

Para establecer la calidad de la planta de forma objetiva se utilizan los parámetros recomendados por las subastas holandesas. Dado que esos parámetros se refieren a las características comerciales, marcadas por el aspecto de la planta, se ha introducido también una escala para juzgar también

el desarrollo radicular. La escala presenta cuatro valores discretos caracterizados por números, que son:

- 10 muy buen desarrollo
- 8 buen desarrollo
- 6 mediano desarrollo
- 4 pobre desarrollo

Imágenes de los baremos de calidad de las raíces.



Figura 6. Clases de calidad de raíz – I y II



Figura 7. Clases de calidad de raíz – III y IV

### 3.3.1.3 Determinación de los diámetros medios de flores y parte aérea

La determinación de los diámetros de flores se ha realizado con una medición longitudinal y otra transversal a cada una de las flores de las distintas plantas que componían las muestras. De esta manera se ha determinado el diámetro medio de las flores de cada uno de los viveros estudiados, presentados en la tabla 99.



Figura 8. Medición del diámetro medio de las flores.

La determinación de los diámetros de la parte aérea(PA), se ha realizado con una medición longitudinal y otra transversal a cada una de las distintas plantas que componían las muestras. De esta manera se ha determinado el diámetro medio de la parte aéreas de las plantas, de cada uno de los viveros estudiados, presentados en la tabla 99.



Figura 9. Medición del diámetro medio de parte aérea(PA)

### 3.3.2 Análisis químicos

En las plantas se analizó el contenido en macro elementos (nitrógeno N fósforo P, potasio K, calcio Ca, magnesio Mg, azufre S) y en micro elementos (boro B, cobre Cu, hierro Fe, manganeso Mn, zinc Zn).

#### 3.3.2.1 Preparación de las muestras de parte aérea, flor y raíz

##### *Parte Aérea y Flor*

Fue lavada con agua corriente, en seguida lavada con una solución ácido clorhídrico (HCl) a 1% e después fue lavada con agua destilada;

Las muestras fueron transferidas para una estufa y si secó a 65°C con circulación de aire, hasta atngir peso constante (más o menos 3 días);

En seguida las muestras fueran trituradas en mohíno (tipo wiley); se pesó después de triturar; Almacenó en un embalaje que no permitía entrada de aire.



Figura 10. Parte aérea – Material fresco



Figura 11. Parte aérea – Material fresco



Figura 12. Flor – Material fresco



Figura 13. Flor – Material seco

### **Raíz**

Las muestras de raíz se separaron de la tierra con un tamiz de plástico; En seguida se lavó en agua corriente;

Inmergió por 90 minutos en solución 0,02mmol.L-1 de EDTA disódico, para eliminar bien restos de sustratos; En seguida se lavó abundantemente en agua destilada;

A continuación las muestras fueran trituradas en molino (tipo wiley); se pesó después de triturar; Almacenó en un embalaje que no permitía entrada de aire.

Pesar (después de triturar);

Almacenar en un embalaje que no permita entrada de aire.



Figura 14. Raíces – Material Fresco



Figura 15. Raíces – Material Seco

### 3.3.2.2 Determinación de macro- y micronutrientes en la parte aérea, flor y raíz

#### ***Digestión nítrico-perclórica***

Este método es indicado para preparar muestras (digestión) y cuantificar los elementos macros y micros en plantas y sustratos. Las muestra fueron digerida y mineralizada por los ácidos, nítricos y perclóricos, en seguida los elementos son cuantificados por el método ICP-OES.

#### **Procedimientos:**

El material vegetal seco y triturado (parte aérea, flor y raíz) fue sometido la digestión por la solución de nítrico-perclórica.

Se pesó 500mg (balanza con precisión de 1 mg) de muestra seca y molida.

Se adicionó 3 ml de ácido nítrico p.a. concentrado y 1 ml de ácido perclórico p.a. concentrado, transferir para la campana de extracción y dejó reaccionar a 25°C (temperatura ambiente) y por mínimo de 6 horas.

Las muestras fueron transferidas para un bloque digestor y fueran calentadas a 100°C por 30 minutos o hasta su completa digestión.

Se aumentó la temperatura para 160°C por 30 minutos o hasta la reducción del volumen para aproximadamente 2mL.

A continuación la temperatura fue elevada para 220°C hasta surgir el humo blanco y la muestra quedar incoloro.

Se enfrió se la muestra y completó el volumen con agua destilada hasta 50mL. Después las muestras fueron trasferidas para el bloco digestor y calentó a 80°C por 30 minutos.

A continuación se filtró utilizando un papel filtro (faja negra) de 12,5 cm de diámetro y en seguida fue transferido para un frasco con tapa, identificado con el nombre de cada muestra.



## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Descripción y evaluación de los viveros estudiados

#### 4.1.1 Productor Joao Rogerio Vaz – P1

Vivero ubicado en el municipio de Pereira, en Valença do Minho Portugal a 75 m de altitud media, en las instalaciones nuevas y 83 m en las instalaciones antiguas. Las coordenadas del vivero son latitud  $41^{\circ}56'37.74''\text{N}$  y longitud  $8^{\circ}38'49.45''\text{O}$ .



Figura 16. Vista aérea del invernadero nuevo – Joao Rogerio Vaz.



Figura 17. Vista aérea del primer vivero – Joao Rogerio Vaz.

En el periodo de producción de la *Viola wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 13.46°C. Periodo de 1971 a 2000, Estación de Viana do Castelo/Maedela Fuente Instituto Português do Mar e da Atmosfera ([www.ipma.pt](http://www.ipma.pt) ; 2014).

Empresa familiar donde conviven las primera e segunda generaciones con más de 20 años de actividad en la horticultura ornamental. La primera generación hay emigrado a Francia, donde ha tenido el primer contacto con el sector. La superficie de producción es alrededor de 5.600 metros cuadrados, repartidos en dos áreas de producción en invernaderos tipo Multituneles. Las nuevas instalaciones tienen entre 3,5 metros de pie derecho, con ventilaciones laterales y cenitales. y los invernaderos más antiguos solo ventilación lateral. Todos los invernaderos están cubiertos por polietileno. Las instalaciones se fueron ampliando en función de las necesidades del mercado.



Figura 18. Vista lateral del invernadero nuevo de Joao Rogerio Vaz.



Figura 19. Vista general de la producción de *Viola x wittrockiana*

El control climatológico de los invernaderos se hace de forma manual y consiste en apertura y cierre de las ventanas laterales y cenitales, en invernaderos nuevos y apertura de ventanas laterales en los invernaderos antiguos. En los invernaderos nuevos hay pantallas térmicas de sombreo, que se pueden abrir o cerrar, en función de la intensidad de luz. También se utilizan las mismas pantallas en invierno para mantener la temperatura del invernadero por la noche. No hay un control automático de temperatura. No se utiliza calefacción en los cultivos de otoño/invierno.



Figura 20. Vista de la pantalla de sombreo y riego por aspersion

Todos los cultivos se hacen en directamente en el suelo, con las plantas sobrepuestas en mallas de cultivo. Todo el riego se hacer por aspersion, independientemente de la fase del ciclo de la planta. En la irrigación se mezcla en abono y se hace fertirrigacion.



Figura 21. Detalle de la produccion de Viola x wittrockiana – macetas de 10,5 cm sobre malla de cultivo

El sustrato utilizado es TREF BF4. Esta empresa ya suministra una formulación ya preparada para las necesidades de los cultivos, con una mezcla de Turba Rubia 80% y Turba Negra 20%. El productor mezcla en la épocas de

mayor humedad relativa, pequeñas dosis de Perlita, no más que un 5%, para optimar el drenaje de sustrato. También se utilizan abonos de liberación lenta mezclados en el sustrato.

El responsable técnico, hace análisis rápidos en el propio vivero para monitorear el pH y conductividad. El agua de riego viene de un pozo artesiano y recogida de agua de lluvia. El abonado de floración se realiza a partir de la fertirrigación por aspersión. Hay instalados sensores automáticos para control de pH y conductividad en las líneas de riego.

Los tratamientos y aplicaciones de fungicidas e insecticidas se realizan por el responsable técnico, utilizando barras de pulverización. Para determinadas enfermedades fúngicas, se utilizan fungicidas sistémicos en el riego.

La plantación se hace de forma semi mecanizada con la utilización de mezcladora de sustrato, máquina que rellena las macetas de sustrato y cinta transportadora, para que se haga la plantación de forma continuada y controlada manualmente. En el momento del plantío se utiliza todo el equipo de trabajo, 4 personas para ejecutar esta tarea.

En este vivero se cultivan más de 25 especies de ornamentales, y aromáticas. Las plantas de temporada se cultivan en macetas de 10,5 cm como pensamientos, violas, petunias, begonias, vincas e impatiens multiplicadas a partir de semillas. En macetas de 13 cm para plantas de un mayor valor como geranios, petunias híbridas, ciclámenes y macetas 19 y 21 cm para crisantemos plantas estas multiplicadas a partir de esquejes.

Todas las labores de producción, técnicas y comercialización se realizan por toda la familia, que son tres personas y una o dos personas contratadas que complementan el equipo, en función de la necesidad de las actividades. La formación del personal se hace a partir de la experiencia acumulada en los años de trabajo en Francia y España. El responsable técnico, que es el hijo, obtiene informaciones técnicas a partir de visitas a ferias, lectura de artículos técnicos, visitas a proveedores y también a partir del asesoramiento técnico de las empresas de suministros y de los proveedores de material vegetal.

La mayor parte de la producción se comercializa directamente por los propietarios en ferias y mercados, directamente a los consumidores finales,

lo que les permite tener un mejor margen comercial. Hay venta a mayoristas, floristerías y centros de jardinería tanto en el norte de Portugal como en Galicia.



Figura 22. Presentación comercial de las bandejas de ventas con 15 macetas de 10,5 cm de diámetro

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **8** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Las plantas al llegar al laboratorio fueron analizadas morfológicamente la parte aérea de la planta y flores, y las raíces, estos análisis son hechas en la planta en la fase de comercialización para analizar la calidad.

Para las raíces si aprecia buenos resultados, con 63,33% de las raíces tiene calidad entre 8 y 10. La parte aérea y flores presentan de 76,67% en la calidad A1, clasificada como una óptima calidad. Al analizar todo el conjunto de la planta podríamos afirmar que las plantas estarían en una calidad óptima para la comercialización (Tabla 5).

Tabla 5 - Calidad morfológica de la raíz y planta (Flor y PA)

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	10%	A1	76,67%	Flor	PA
6	26,67%	A2	23,33%	Diámetro (cm)	
8	60,00%	B	0,00%	7.9	17.9
10	3,33%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos  $W_v$ ,  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de



acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$ , el sustrato del productor 1 se encuentran dentro de los rangos óptimos de acuerdo con la bibliografía citada, pero el  $W_v$  se encuentra por encima del rango óptimo, resultando en un exceso de agua (Tabla 6).

Tabla 6 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 1

Propiedades Físicas	Resultados	Rango Optimos
Volumen de agua- $W_v$ (%)	78,50	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire- $A_v$ (%)	11,69	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total- $P_s$ (%)	90,18	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula- $P_D$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,45-2.65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción- $S$ (%)	17,98	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	170,26	

a. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

En el caso de la  $D_M$ ,  $W_M$ ,  $MO$ , ceniza,  $pH$ ,  $CE$ , relación  $C/N$ , fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la ***Viola Wittrockiana*** y después del final de cultivo, cuando las plantas están listas para la comercialización. Se puede observar que todos los resultados, inicial y final, no presentaron grandes variaciones, con excepción de la  $CE$  que los valores encontrados al final, fueron inferior al de antes del plantío, de acuerdo con la biografía estudiada la  $CE$  del sustrato inicial está con valores más alta que la recomendada por el autor (Tabla 7).

Tabla 7: Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 1

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores óptimos
Materia Seca- $D_M$	49,27	66,61	
Humedad- $W_M$	50,73	33,39	
Materia Orgánica- $MO$	89,40	74,10	
Ceniza	10,60	25,90	
Potencial Hidrogeno- $pH$	5,16	6,15	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica- $CE$ ( $\mu S/cm$ )	518,00	273,33	200-425 <sub>b</sub>
Relación $C/N$	41,77	39,10	20-40 <sub>c</sub>

b. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriels *et al.* (1984)

c. rango óptimo para  $C/N$ , de acuerdo con Abad *et al.*, (1992)

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena *et al.* (2014). El Nitrógeno Total ( $NO_3^+ + NH_4^-$ ), en el sustrato inicial; el Amonio ( $NH_4^+$ ), en los sustratos inicial y final; el Magnesio ( $Mg$ ), en el sustrato inicial; y el sodio ( $Na$ ), en los sustratos inicial y

final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (Tabla 8).

En la mayoría de los elementos mayoritarios y minoritarios, con excepción de Sodio (Na), Sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) y cobre (Cu) hubo una disminución en la concentración, que puede ser explicada debido a la absorción para el crecimiento de la planta, desarrollo de la raíz y flores y/o por la lixiviación ocasionada por los riegos frecuentes.

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Tabla 8 – Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P1

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - <math>\text{mg.l}^{-1}</math></b>			
<b>Ntotal</b> ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ )	139,8	5,8	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - <math>\text{NH}_4^+</math></b>	12,8	1,2	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	7,5	2,0	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	25,8	3,1	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	17,7	9,5	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	8,3	12,6	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato - <math>\text{SO}_4^{-2}</math></b>	54,3	77,1	-
<b>Elementos minoritarios - <math>\mu\text{g.l}^{-1}</math></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	377,0	201,0	-
<b>Manganeso-Mn</b>	77,30	26,4	-
<b>Cobre-Cu</b>	16,8	23,0	-
<b>Zinc-Zn</b>	195,0	100,0	-
<b>Boro-B</b>	66,0	41,7	-
<b>Cadmio-Cd</b>	2,9	1,5	-
<b>Plomo-Pb</b>	45,2	10,1	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, se puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor 1. Para los macronutrientes el orden de acumulación en g/kg de N, P y Ca fueron: parte aérea > raíz > flor. La acumulación de K fue: parte aérea > flor > raíz. La acumulación de Mg y S fue: raíz > parte aérea > flor. Para los micronutrientes el orden de acumulación en mg/kg de B fue flor >

parte aérea > raíz. La acumulación en Cu y Fe fueron raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de Mn y Zn fueron parte aérea > raíz > flor (Tabla 9).

Tabla 9 - Distribución de macronutriente y micronutriente en flor, parte aérea(PA), y raíces

Análisis Química	Flor	PA	Raíz
<b>g/Kg</b>			
N	20,40a	30,27b	21,13a
K	18,40a	33,50b	16,17a
P	3,87a	6,67b	6,10b
Ca	1,87a	7,97c	3,40b
Mg	1,73a	3,83b	5,10c
S	1,80a	2,87b	3,13b
<b>mg/Kg</b>			
B	40,40a	31,60a	26,33a
Cu	4,23a	5,37a	13,33b
Fe	44,67a	78,33b	82,67b
Mn	91,67a	260,33b	108,67a
Zn	43,83a	93,00c	71,67b

PA: Parte Aérea

Tabla 10 – Resumen cuestionario Productor 1 – Joao Rogerio Vaz – Inv.01

Parámetros	P1 – Joao Rogerio Vaz - Inv. 01
Inicio de activ.	2003
Sup. Invernaderos	5.600 m <sub>2</sub> totales y 3.200 m <sub>2</sub> el invernadero nuevo
Sup. Ext. /umbráculo	1.500 m <sub>2</sub>
Unid. Prod. Año	150.000
Unid. Violas/año	20.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Cyclamen</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Viola x wittrockiana</i> , <i>V. cornuta</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Begonia semperflorens</i> , <i>Impatiens walleriana</i>
Nº esp. Prod.	Más de 25
Tipo de Invern.	Arcos multituneles
Altura canalón	3,5 m de altura
Cobertura	Polietileno
Estructura	Metálica
Ventilación	Laterales y zenitales
Control Climático	Manual
Riego	Aspersión
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Fertirrigacion y alguna vez foliar
Reservat. Agua	No
Disp. Cultivo	Directamente en mallas de cultivo en suelo
Calefacción	No utiliza
Sist. Trat. Fitosan.	Máquina de tratamiento con barras y con el sistema de riego
Sustrato Comerc.	TREFF BF4
Análisis sustrato	pH y conductividad de forma ocasional
Tecnol. /autom.	Plantación semi mecanizada y cintas transportadoras
Equipo Trabajo	4
Encargados/Famil.	3 personas de la familia
Formación Encarg.	Sin formación específica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas, ferias y exposiciones e informaciones de proveedores
Comercialización	Ferias y mercados al público, centros de jardinería y floristerías. También ventas a mayoristas
Nota instalaciones	8
Nota capac. técnica	8

#### 4.1.2 Productor Viveros La Garantía – P2

La empresa Viveros La Garantía tiene distintas zonas de producción en la provincia de La Coruña. La zona de producción más importante está en el municipio de Cambre, al lado del Polígono Industrial de Espíritu Santo. En estas instalaciones están los invernaderos de producción de plantas de temporada. En la carretera Nacional IV a poco más de 1 km de distancia, están las instalaciones de producción más antiguas, a parte de la zona de comercialización. Las instalaciones de Espíritu Santo están 71 m de altitud y con las coordenadas: Latitud 43°18'15.68"N y Longitud 8°18'12.43"O.



Figura 23. Vista aérea de los invernaderos de Viveros La Garantía en Espirito Santo – Municipio de Cambre

En el periodo de producción de la *Viola wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 13,74 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 127,4 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 77,40% Periodo de 1971 a 2000 – Estación de Mabegondo – A Coruña. Fuente Agencia Estatal de Meteorología – (<http://www.aemet.es>; 2014) .

Es una de las empresas más antiguas y tradicionales de Galicia, con más de 50 años de actividad en el sector ornamental, con 3 generaciones de la misma familia trabajando en la empresa. En la empresa trabajan 12 personas, siendo 6 de la propia familia.

Se dedican importación de plantas de interior, producción y venta de plantas ornamentales y arbustivas. En la finca de Espirito Santo están las

instalaciones más modernas de la empresa, con unos 5.900 m<sup>2</sup> de invernaderos modernos y control de clima automático. El invernadero caliente tiene una superficie aproximada de 2.880 m<sup>2</sup> y el invernadero frío unos 2.500 m<sup>2</sup>. La empresa posee un total de unos 14.000 m<sup>2</sup> de invernaderos. Las instalaciones de invernaderos de la finca de Espirito Santo son de modelo Multituneles, con cierre lateral con placas de policarbonato y cobertura superior con polietileno, con tratamiento anti goteo.

La producción de *Viola x wittrockiana* estaba repartida en dos invernaderos: El de la derecha, **donde está el “invernadero frío” nombrado 2<sub>F</sub>** acondicionado para la producción plantas de temporada en macetas de 10,5, con las plantas ubicadas directamente en mallas de cultivo en el suelo y con riego por aspersion e invernaderos con 4,5 m de pie derecho y ventilación cenital y lateral, pantalla térmica y de sombreo. Hay un sistema de calefacción para el control de heladas. El invernadero de la izquierda, **que es el “invernadero caliente” nombrado 2<sub>C</sub>** es el que está mejor acondicionado para la producción de plantas de temporada. Tiene pantalla térmica, ventilación cenital, ventanas laterales y calefacción a gasoil. Los invernaderos son altos, con pie derecho de 4,5 m. Las plantas son acondicionadas en mesas de cultivo móviles, con malla de cultivo y riego por aspersion para las primeras semanas de cultivo y riego por goteo para la segunda parte del ciclo de cultivo, cuando el sistema radicular ya está bien desarrollado. En el caso de la *Viola wittrockiana* todo el cultivo se desarrolla con riego por aspersion y las plantas fueron acondicionadas en este invernadero solo para un ciclo de cultivo, ya que no había espacio en el invernadero de la derecha. El agua de riego viene de un pozo ubicado en la misma propiedad.



Figura 24. Instalaciones del invernadero caliente



Figura 25. Imágenes de las instalaciones del invernadero frío

Todos los invernaderos son tipo Multituneles y el control climatológico se hace con un programa informático y sensores térmicos, de intensidad de luz y velocidad del viento. La circulación del aire caliente se hace con aerotermos. El combustible de calefacción es el gasoil.

Todo el vivero está bien mecanizado y automatizado, con mezcladora de sustrato, máquina para rellenar las macetas, cintas transportadoras para llevar las plantas a las zonas de producción, mesas móviles de producción, ordenador para control climático, máquinas de poda, etc.

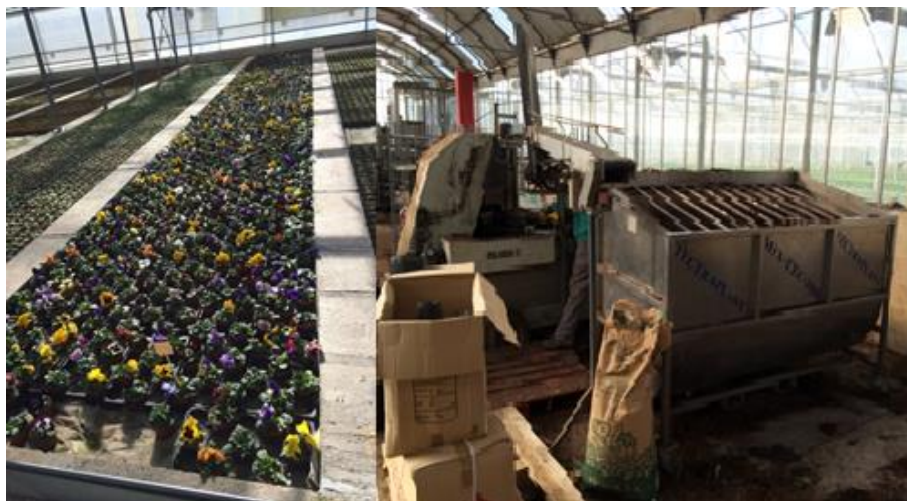


Figura 26. Producción *Viola x wittrockiana* en invernadero frío y máquina de llenar macetas

El sustrato utilizado es Pindstrup 50728 - Calibre 5 -10. 100% Turba Rubia de Sphagnum con estructura celular única, alta capacidad de retención de agua y porosidad de aire, bajo contenido de sales y densidad. Es una formulación profesional elaborada para el cultivo de plantas ornamentales. Regularmente se hacen análisis de muestras del sustrato de las macetas

durante el ciclo de cultivo, para mediciones de pH, Conductividad, Nitratos y Nitritos, etc. Todo en abonado se hace mezclando abono de liberación lenta en los sustratos, antes de iniciar el cultivo y fertirrigación al largo del ciclo de cultivo.

En el momento de la producción de las Violas, la empresa contaba con un Ingeniero Técnico Agrónomo, con muy buen nivel profesional y formación técnica. Todo el personal de producción tiene una buena formación y están bien capacitados para desempeñar las tareas de producción. Tanto el responsable de producción como los propietarios, visitan regularmente las principales ferias del sector a parte de los campos de ensayos de las empresas de material vegetal y también reciben visitas y asesoramiento regulares de los técnicos de las empresas de suministros.

Viveros La Garantía es una empresa que se dedica a la producción, comercialización a nivel mayorista y minorista e importación de plantas de interior. En el vivero se cultiva más de 80 especies entre plantas de temporada y arbustivas. En total se producen unas 550.000 plantas ornamentales al año.

Las principales especies multiplicadas por semillas, se cultivan en macetas de diámetro 10,5, son ***Petunia hybrid***, ***Viola x wittrockiana***, ***V. cornuta***, ***Tagetes patula***, ***Begonia semperflorens***, ***Primula acaulis***, etc. Las principales especies multiplicadas por esquejes, son ***Petunia hybrid***, ***Calibrachoa ovalifolia***, ***Impatiens hawkeri***, ***Pelargonium zonale***, ***P. peltatum***, ***Cyclamen***, ***Euphorbia*** y ***Chrysanthemum*** etc. La mayoría de estas especies se cultivan en macetas de diámetro 13 y 14, con excepción de los crisantemos que se cultivan en macetas de diámetro 21

La empresa tiene un amplio sistema de comercialización, con reparto a toda Galicia, Castilla y León y Norte de Portugal. La venta se hace a mayoristas, minoristas, floristerías y centros de jardinería. A parte, tiene un punto de venta a profesionales en las instalaciones de Abegondo, en la carretera Nacional IV. Este amplio sistema de venta y distribución obliga la empresa a completar su abanico comprando plantas otras empresas y en la subastas en Holanda.



En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **8** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Las plantas al llegar al laboratorio fueron analizadas morfológicamente la parte aérea de la planta flores y las raíces, estos análisis son hechos en la planta en la fase de comercialización para analizar la calidad de la producción.

Se puede observar que para la evaluación de la raíz se aprecian resultados medianos, con 73,33% de las muestras tienen calidad entre 6 y 8 para los dos invernaderos **2<sub>F</sub>** y **2<sub>C</sub>**. Para el criterio calidad de planta se obtuvo 53,33% de las plantas con calidad A1, en los invernaderos, **2<sub>F</sub>** y **2<sub>F</sub>** que es la óptima para la comercialización. (Tabla 11).

Tabla 11 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	2 <sub>F</sub>	2 <sub>C</sub>	Calidad Planta	2 <sub>F</sub>	2 <sub>C</sub>
4	26,67%	16,67%	<b>A1</b>	53,33%	53,33%
6	33,33%	33,33%	<b>A2</b>	46,67%	46,67%
8	40,0%	40%	<b>B</b>	0%	0%
10	0%	10%			
Diámetro (cm)					
Flor	7,4	7,9			
PA	18,0	16,8			

Para los parámetros físicos Av, P<sub>S</sub>, P<sub>D</sub> y S, el sustrato del productor 2 se encuentran dentro de los rangos óptimos de acuerdo con la bibliografía citada, ya en el Wv los valores se encuentran por encima del rango óptimo, resultando en un exceso de agua (Tabla 12).

Tabla 12 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 2

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Optimos
Volumen de agua-Wv (%)	77,98	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire-Av (%)	15,08	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total-Ps (%)	93,06	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula-P <sub>D</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,45-2.65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción-S (%)	27,26	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	120,15	

*a. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad et al. (1992)*

En el caso de la D<sub>M</sub>, W<sub>M</sub>, MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la ***Viola x wittrockiana***, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización.

Se puede observar que todos los resultados inicial y final (**2<sub>F</sub>** y **2<sub>C</sub>**), no presentaron grandes variaciones, de acuerdo con la biografía estudiada la CE del sustrato inicial y final están con valores más altos que la recomendada por el autor de referencia (Tabla 13).

Tabla 13 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 2F y 2C

Propiedades	Valores Iniciales	2 <sub>F</sub>	2 <sub>C</sub>	Valores óptimos
Materia Seca-D <sub>M</sub>	41,16	48,82	64,42	
Humedad-W <sub>M</sub>	58,84	51,18	35,58	
Materia Orgánica-MO	89,50	87,73	87,80	
Ceniza	10,50	12,27	12,20	
Potencial Hidrogeno-pH	5,89	5,60	6,05	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conduct. eléctrica-CE (μS/cm)	504,00	450,67	511,33	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N	43,33	49,46	49,35	20-40 <sub>c</sub>

*b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriel et al. (1984)*  
*c: rango óptimo para C/N, de acuerdo con Abad et al., (1992)*

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). El Nitrógeno Total ( $\text{NO}_3^+ + \text{NH}_4^-$ ), en el sustrato inicial; el Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), en los sustratos inicial y final 2C y 2F; y el sodio (Na), en los sustratos inicial y final 2C y 2F; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (tabla 14)

Para los elementos: Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), Fosforo (P), Sodio (Na) y Cobre (Cu) hubo un aumento de las concentraciones en los sustratos finales 2C y 2F; en relación al sustrato inicial. Los elementos Potasio (K), Hierro (Fe) y Boro (Bo), presentaran dosis, más elevadas en el sustrato final 2F, cuando comparado con el sustrato final.

Tabla 14 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P2

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final 2C	Sustrato Final 2F	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>				
<b>Ntotal (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	162,00	74,35	96,35	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	0,004	0,18	0,42	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	5,50	9,54	9,47	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	46,40	41,50	55,80	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	6,50	3,63	4,39	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	8,20	14,30	13,40	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	72,80	34,42	49,80	-
<b>Elementos minoritarios - µg.l<sup>-1</sup></b>				
<b>Hierro-Fe</b>	67,40	63,90	73,80	-
<b>Manganeso-Mn</b>	65,40	17,10	27,40	-
<b>Cobre-Cu</b>	3,70	3,90	6,46	-
<b>Zinc-Zn</b>	88,5	26,00	27,30	-
<b>Boro-B</b>	31,50	29,50	32,10	-
<b>Cadmio-Cd</b>	0,30	0,08	0,10	-
<b>Plomo-Pb</b>	2,00	0,50	0,50	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor **2<sub>F</sub>** y **2<sub>C</sub>**. Para el **2<sub>F</sub>** los macronutriente el orden de acumulación en g/kg de N, P, Mg y S fueron: parte aérea > raíz > flor. La acumulación de K y Ca fue: parte aérea > flor > raíz. Para los micronutriente el orden de acumulación en mg/kg de B fue flor > raíz > parte aérea. La acumulación en Cu y Zn fueron raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de Fe y Mn fueron parte aérea > raíz > flor (Tabla 15).

Para el **2<sub>C</sub>** los macronutriente el orden de acumulación en g/kg de N, P, Ca, Mg y S fueron: parte aérea > raíz > flor. La acumulación de K fue: parte aérea > flor > raíz. Para los micronutriente el orden de acumulación en mg/kg de B fue flor > raíz > parte aérea. La acumulación en Cu y Zn fueron raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de Fe y Mn fueron parte aérea > raíz > flor (Tabla 15).

Tabla 15 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flores y raíces

Nutrientes	Flor- 2 <sub>F</sub>	PA- 2 <sub>F</sub>	Raiz- 2 <sub>F</sub>
<b>g/Kg</b>			
N	27,90a	47,87c	31,87b
K	33,87b	50,73c	25,60a
P	7,43a	9,60b	9,23b
Ca	5,07a	13,37b	4,80a
Mg	3,23a	5,77c	5,03b
S	2,27a	3,10b	2,80b
<b>mg/Kg</b>			
B	29,70a	24,57a	28,23a
Cu	5,50a	6,83a	63,90b
Fe	95,33a	103,67a	102,33a
Mn	75,33a	205,67c	113,00b
Zn	50,33a	84,73b	92,57b

PA: Parte Aérea

Tabla 16 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flores y raíces

Nutrientes	Flor- 2 <sub>c</sub>	PA- 2 <sub>c</sub>	Raiz- 2 <sub>c</sub>
<b>g/Kg</b>			
N	28,73a	47,63b	29,40a
K	34,30b	49,93c	25,33a
P	7,97a	9,57b	9,13b
Ca	4,90a	12,87b	5,00a
Mg	3,50a	6,00b	5,77b
S	2,43a	3,07c	2,80b
<b>mg/Kg</b>			
B	34,87a	23,67a	30,80a
Cu	5,63a	6,73a	46,77b
Fe	84,00a	109,00a	95,67a
Mn	88,67a	208,67c	140,67b
Zn	52,20a	90,70b	119,70c

PA: Parte Aérea

Tabla 17 – Distribución de macro y micronutrientes en parte aérea(PA), flores y raíces

Nutrientes	F-2 <sub>F</sub>	F-2 <sub>C</sub>	t	PA-2 <sub>F</sub>	PA-2 <sub>C</sub>	t	R-2 <sub>F</sub>	R-2 <sub>C</sub>	t
<b>g/Kg</b>									
<b>N</b>	27,90	28,73	ns	47,87	47,63	ns	31,87	29,40	ns
<b>K</b>	33,87	34,30	ns	50,73	49,93	ns	25,60	25,33	ns
<b>P</b>	7,43	7,97	ns	9,60	9,57	ns	9,23	9,13	ns
<b>Ca</b>	5,07	4,90	ns	13,37	12,87	ns	4,80	5,00	ns
<b>Mg</b>	3,23	3,50	ns	5,77	6,00	ns	5,03	5,77	<0,05
<b>S</b>	2,27	2,43	ns	3,10	3,07	ns	2,80	2,80	ns
<b>mg/Kg</b>									
<b>B</b>	29,70	34,87	ns	24,57	23,67	ns	28,23	30,80	ns
<b>Cu</b>	5,50	5,63	ns	6,83	6,73	ns	63,90	46,77	ns
<b>Fe</b>	95,33	84,00	ns	103,67	109,00	ns	102,33	95,67	ns
<b>Mn</b>	75,33	88,67	ns	205,67	208,67	ns	113,00	140,67	ns
<b>Zn</b>	50,33	52,20	ns	84,73	90,70	ns	92,57	119,70	<0,05

PA: Parte Aérea

Tabla 18 – Resumen cuestionario Productor La Garantía – Invernadero 2F

Parámetros	Productor 2 - La Garantía - Invernadero 2F
Inicio de actividad	1960
Sup. Invernaderos	14.000 m <sub>2</sub> totales y 2.500 m <sub>2</sub> invernadero frío
Sup. Ext./Umbráculo	No están más produciendo en exterior
Unid. Año	550.000
Unid. Violas/año	40.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Cyclamen</i> y <i>Euphorbia</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Viola x wittrockiana</i> , <i>V. cornuta</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Begonia semperflorens</i> , <i>Tagetes patula y erecta</i> y <i>Primula acaulis</i>
Nº esp. Producidas	Más de 80
Tipo de Invernaderos	Arcos multituneles
Altura canalón	4,5 m
Cobertura	Polietileno en la cobertura y laterales con Policarbonato
Estructura	Metálica
Ventilación	Laterales y zenitales
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión
Agua Riego	Pozo y recogida de agua de lluvia
Fertilización	Fertirrigacion, liberación lenta y alguna vez foliar
Reservat. Agua	Depósito de 30.000 litros
Disp. Cultivo	Directamente en mallas de cultivo en suelo
Calefacción	No utiliza
Sist. Trat. Fitosan.	Máquina de tratamiento con barras y con el sistema de riego
Sustrato Comerc.	Pindstrup 50728 - Calibre 5 -10. 100%. Turba Rubia de Sphagnum. Estructura celular única
Análisis sustrato	pH, CE y nitratos durante el ciclo de cultivo
Tecnol. /autom.	Plantación semi mecanizada. Cintas transportadoras Programa control climático. Mesas de cultivo metálicas
Equipo Trabajo	12
Encargados/Famil.	6 personas de la familia
Formación Encarg.	Responsable es Ingeniero Técnico
Asesoría Tecn.	Responsable de producción y técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas, ferias y exposiciones. Informaciones de proveedores
Comercialización	Centros de jardinería, floristerías, venta a por mayor y venta al público
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	8

Tabla 19 - Resumen cuestionario Productor La Garantía – Invernadero 2C

Parámetros	Productor 2- La Garantía - Invernadero 2C
Inicio de actividad	1960
Sup. Invernaderos	14.000 m <sub>2</sub> totales y 2.880 m <sub>2</sub> de invernadero caliente
Sup. Ext./ Umbráculo	No están más produciendo en exterior
Unid. Año	550.000
Unid. Violas/año	40.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Cyclamen</i> y <i>Euphorbia</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Viola x wittrockiana</i> , <i>V. cornuta</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Begonia semperflorens</i> , <i>Tagetes patula</i> y <i>erecta</i> y <i>Primula acaulis</i>
Nº esp. Producidas	Más de 80
Tipo de Invernaderos	Arcos Multituneles
Altura canalón	4.5 m
Cobertura	Polietileno en la cobertura y laterales con Policarbonato
Estructura	Metálica
Ventilación	Laterales, zenitales y ventiladores
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión e Inundación
Agua Riego	Pozo y recogida de agua de lluvia
Fertilización	Fertirrigacion y liberación lenta. Alguna vez foliar
Reservat. Agua	Depósito de 30.000 litros
Disp. Cultivo	Mesas de cultivo con posibilidad de goteo o inundación
Calefacción	Sí. Combustible gasoil
Sist. Trat. Fitosan.	Máquina de tratamiento con barras y con el sistema de riego
Sustrato Comerc.	Pindstrup 50728 - Calibre 5 -10. 100% Turba Rubia de Sphagnum. Estructura celular única
Análisis sustrato	pH, conductividad y nitratos durante el ciclo de cultivo
Tecnol. /autom.	Plantación semi mecanizada. Cintas transportadoras Programa control climático y mesas de cultivo
Equipo Trabajo	12
Encargados/Famil.	6 personas de la familia
Formación Encarg.	Responsable es Ingeniero Técnico
Asesoría Tecn.	Responsable de producción y técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Ferias y exposiciones Informaciones de proveedores
Comercialización	Centros de jardinería, floristerías, venta a por mayor y venta al público
Nota Instal.	8
Nota capac. técnica	8

### 4.1.3 Productor Horticultura Los Pinos – P3

Empresa ubicada en la provincia de Ourense, con tres pequeñas unidades de producción y comercialización en invernaderos. La principal está en el municipio de Cambeo-Coles, provincia de Ourense a 465 m de altitud y las coordenadas son: Latitud 42°25'18.14"N y Longitud 7°52'13.38"O.

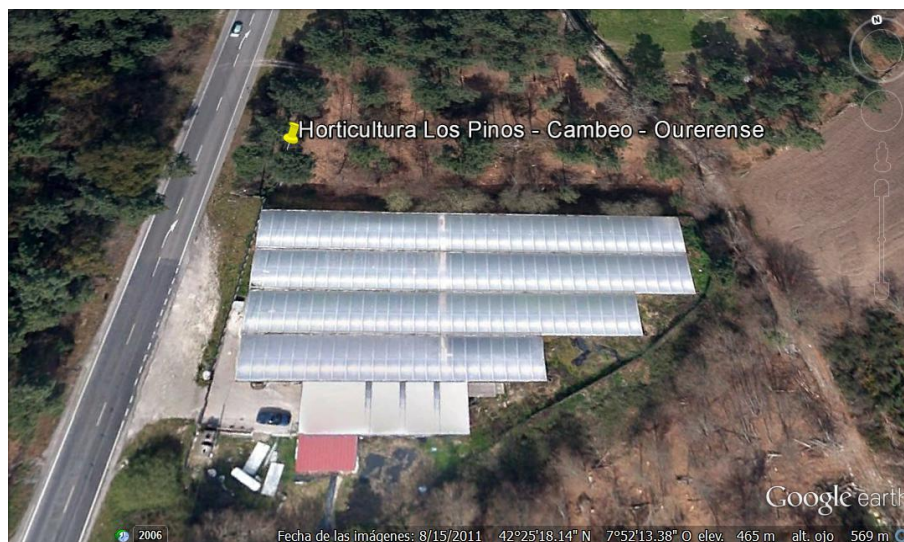


Figura 27. Vista aérea de los invernaderos de Horticultura Los Pinos – Cambeo – Ourense

En el periodo de producción de la *Viola wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 12,26 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 117,2 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 72%. Periodo de 1971 a 2000 – Estación de Ourense. Fuente Agencia Estatal de Meteorología – (<http://www.aemet.es>, 2014).

Horticultura Los Pinos tiene 25 años de actividad en el sector ornamental, dedicando a la producción y venta de plantas de temporada, aparte de importación de plantas de interior. Es una empresa de origen familiar y donde varios miembros de la misma familia reparten las tareas de producción y comercio. La producción está repartida en 3 zonas de producción, por la gran dificultad en conseguir tierras agrícolas en una única zona de producción. En la finca de Cambeo-Coles, los invernaderos están instalados en un terreno que supera los 4% de pendiente. Esto influye directamente las tareas de manejo de las plantas, riego, etc.



Los invernaderos e Cambeo, tienen unos 3.000 m<sup>2</sup> de superficie, repartidas en dos zonas distintas, la parte de arriba, denominada **3<sub>C</sub>** que está aislada por puertas de policarbonato y con soporte de calefacción, para la producción de especies menos resistentes al frío. Esta es la zona caliente del invernadero.



Figura 28. Instalaciones del invernadero caliente

La parte baja del invernadero, denominada **3<sub>F</sub>** es “zona fría” que está habilitada para la producción de especies más resistentes al frío como la ***Viola x wittrockiana***. En el año de colecta de las muestras para la tesis, el productor tenía las plantas de Viola, en las dos zonas de producción.



Figura 29. Instalaciones del invernadero frío

Los invernaderos son tipo Multituneles, con 3,5 m de pie derecho con ventilación lateral y zenital y calefacción a gas. También están instaladas pantallas térmicas y de sombreo. La apertura y cierre de las pantallas se hace de forma manual. Las plantas están dispuestas en mallas de cultivo, directamente sobre el suelo. La superficie total de producción en invernaderos en las tres fincas es de aproximadamente 5.000 m<sup>2</sup>.



Figura 30. Detalle de la ventilación zenital

La plantación está semi mecanizada con máquina para mezclar el sustrato y rellenar las macetas. El equipo de trabajo se pone delante de las cintas transportadoras por donde se mueven las plantas y va plantando los plántulos, uno de cada vez. Después que las macetas son acondicionadas en carros CC para que sean transportadas al invernadero de producción.

En riego se hace todo por aspersión. Como las plantas están dispuestas directamente en el suelo, debido a la pendiente del terreno, hay el peligro de infección por hongos de suelo como *Pythium* y *Phytophthora*. Esta pendiente en el terreno también dificulta la uniformidad de riego por aspersión, lo que obliga, en determinados momentos, la aportación de riego con manguera, de forma manual.

El sustrato utilizado es de la empresa Floragard S. Substr. PV REMP + PE/ EVP/ 3800. CODE 2798002. Formulación específica para este cliente y para sus condiciones de cultivo. A parte el productor también aporta al sustrato 2,0 g/l sustrato de abono de liberación lenta, Osmocote 5 - 6 meses. 15-8-12 + 2MgO. El sustrato de la empresa Floragard tiene como principal componente la turba rubia extraída en tacos del norte de Alemania con aportación de arcilla (bentonita extra absorbente). Según el fabricante, las características químicas medias del sustrato son:

- pH (CaCl<sub>2</sub>) – 5,6;
- Salinidad(g/l) – 0,8;
- Nitrógeno – N- (mg/l) – 140;
- Fosforo - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(mg/l) – 80;
- Potasio – K<sub>2</sub>O (mg/l) – 190.

Todos los tratamientos fitosanitarios se hacen a partir de las recomendaciones de los técnicos de los proveedores de suministros. Las aplicaciones se hacen por barra de presión y mochila, por el propietario de la empresa.

Las mediciones de pH y conductividad del sustrato se hacen por los técnicos de los proveedores, cuando detectan algún problema o anomalía en el cultivo. No hay la costumbre de enviar muestras a laboratorios de análisis.

El equipo de trabajo se compone de 2 personas de la familia. De manera general la formación y capacitación del personal se hace con la experiencia adquirida en los años de trabajo. No hay una formación específica para los trabajadores y responsables de la empresa. Los propietarios suelen ir las ferias del sector y los campos de ensayo de las empresas de material vegetal.

La empresa se dedica a la comercialización a nivel mayorista y minorista, en el vivero se cultivan alrededor a 30 especies entre plantas de temporada, cyclamen, crisantemos y Poinsettias. En total se comercializan unas 100.000 plantas al año. Las principales especies multiplicadas por semillas, se cultivan en macetas de diámetro 10,5, tales como ***Petunia hybrid***, ***Viola x wittrockiana***, ***V. cornuta***, ***Tagetes patula***, ***Begonia semperflorens*** y ***Primula acaulis***, entre otras. Las principales especies multiplicadas por esquejes, son ***Petunia hybrid***, ***Osteospermum***, ***Impatiens hawkeri***, ***Pelargonium zonale*** y ***P. peltatum***, estas especies se cultivan en macetas de diámetro 13.

La comercialización se realiza por un sistema de reparto, con 2 camiones propios, a floristerías, centros de jardinería y tiendas de la provincia de Ourense. La venta es de responsabilidad de unos de los socios. También se hace la venta a mayoristas y reparto de planta de importación (plantas de interior).

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **6** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

El productor 3 presenta dos muestreos diferentes, el **3<sub>F</sub>** que está situado en un vivero en la parte baja y más fría y el **3<sub>C</sub>** situado en un vivero en la parte más alta y por tanto más caliente. Observarse que para la calidad de raíz se aprecia resultados con 86,66% de las raíces con calidades malas y regulares para el **3<sub>F</sub>**, siendo que para el **3<sub>C</sub>** se aprecia un 60% de buena calidad. En las muestras del **3<sub>F</sub>** la parte aérea y flor presentan un 73,34% en la calidad A2 frente a un 60% a las muestras del **3<sub>C</sub>** (Tabla 20). Al analizar todo el conjunto de la planta y raíz para **3<sub>F</sub>** y **3<sub>C</sub>** podríamos afirmar que las plantas de **3<sub>C</sub>** presentaron una mejor calidad.

Tabla 20 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	3 <sub>F</sub>	3 <sub>C</sub>	Calidad Planta	3 <sub>F</sub>	3 <sub>C</sub>
4	26,67%	0%	A1	3,33%	20,00%
6	60,00%	40,00%	A2	73,34%	60,00%
8	13,33%	60,00%	B	23,33%	20,00%
10	0%	0%			
Diámetro (cm)					
Flor	7,6	7,3			
PA	13,4	14,2			

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos W<sub>v</sub>, A<sub>v</sub>, P<sub>s</sub>, P<sub>D</sub> y S se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos para el sustrato del productor **3**, todos se encuentran dentro del rangos óptimos según la bibliografía (Tabla 21).

Tabla 21 - Valores determinados y rango óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 3

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Optimos
Volumen de agua-W <sub>v</sub> (%)	69,87	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire-A <sub>v</sub> (%)	23,21	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total-P <sub>s</sub> (%)	93,07	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula-P <sub>D</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,82	1,45-2,65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción-S (%)	24,03	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	126,19	

a. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

En el caso de la  $D_M$ ,  $W_M$ , MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la Viola Wittrockiana, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que todos los resultados inicial y final (**3<sub>F</sub>** y **3<sub>C</sub>**), no presentaron grandes variaciones. La relación C/N supera los valores recomendados en los valores inicial y final (**3<sub>F</sub>** y **3<sub>C</sub>**), el pH es superior en el **3<sub>C</sub>** y la CE supera los valores recomendados en el sustrato inicial y en el **3<sub>F</sub>** (Tabla 22).

Tabla 22 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 3

Propiedades	3 <sub>i</sub>	3 <sub>F</sub>	3 <sub>C</sub>	Valores óptimos
Materia Seca- $D_M$	47,36	41,23	68,30	
Humedad- $W_M$	52,64	58,77	31,70	
Materia Orgánica-MO	85,90	82,47	85,63	
Ceniza	14,10	17,53	14,37	
Potencial Hidrogeno-pH	6,02	5,68	6,62	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica-CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	499,00	1341,33	399,67	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N	45,18	41,40	45,13	20 - 40 <sub>c</sub>

*b. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriel et al. (1984)  
C: rango óptimo para C/N de acuerdo con Abad et al (1992)*

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). El Magnesio(Mg) en el sustrato final 3F, el Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), en los sustratos inicial y final 3C y 3F; y el sodio (Na), en los sustratos inicial y final 3C y 3F; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (tabla 23)

Para el elemento Cobre (Cu) hubo un aumento de las concentraciones en los sustratos finales 3C y 3F; en relación al sustrato inicial. Los elementos Nitrogeno total ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ), Potasio (K), Magnesio(Mg), Sodio(Na), Sulfato( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Manganeso(Mn), Boro (Bo), Cadmio(Cd) y Plomo(Pb) presentaran dosis, más elevadas en el sustrato final 3F, cuando comparado con el sustrato final.

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Tabla 23 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P3

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final 3F	Sustrato Final 3C	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>				
<b>Ntotal (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>+ NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	89,10	370,19	13,63	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	15,4	0,52	0,68	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	11,80	9,04	2,42	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	34,90	79,0	5,63	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	6,70	16,40	1,97	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	14,00	20,70	10,76	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	97,20	101,40	38,63	-
<b>Elementos minoritarios - µg.l<sup>-1</sup></b>				
<b>Hierro-Fe</b>	254,00	115,00	45,80	-
<b>Manganeso-Mn</b>	112,00	285,0	26,40	-
<b>Cobre-Cu</b>	7,1	10,10	7,41	-
<b>Zinc-Zn</b>	72,40	53,60	36,50	-
<b>Boro-B</b>	50,70	74,90	20,20	-
<b>Cadmio-Cd</b>	0,80	1,16	0,38	-
<b>Plomo-Pb</b>	10,90	11,50	1,34	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, se puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor **3<sub>F</sub>** y **3<sub>C</sub>**. Para el **3<sub>F</sub>** los macronutrientes el orden de acumulación en g/kg de N, K, Ca fueron: parte aérea > raíz > flor. La acumulación de P y Mg fueron: raíz > parte aérea > flor. Para los micronutriente el orden de acumulación en mg/kg de B fue raíz > flor > parte aérea. La acumulación en Cu, Fe, Zn y S fueron raíz > parte aérea > flor. La acumulación de Mn fue parte aérea > raíz > flor. Para el **3<sub>C</sub>** los macronutriente el orden de acumulación en g/kg de N y K, fueron: parte aérea > flor > raíz. La acumulación de P, Ca y S fueron parte aérea > raíz > flor. La acumulación de Mg fue: raíz > parte aérea > flor. Para los micronutriente el orden de acumulación en mg/kg de B fue flor > parte aérea > raíz. La acumulación en Cu y Fe fueron raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de Mn y Zn fueron parte aérea > raíz > flor (Tabla 24).

Tabla 24 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flores y raíces – Invernadero 3F

Nutrientes	Flor-3 <sub>F</sub>	PA-3 <sub>F</sub>	Raiz-3 <sub>F</sub>
<b>g/Kg</b>			
N	23,50a	50,90b	33,17ab
K	24,37a	38,03b	26,70a
P	6,90a	11,33b	12,37b
Ca	2,20a	8,53c	4,30b
Mg	1,70a	3,70b	3,90b
S	2,13a	3,47b	4,73c
<b>mg/Kg</b>			
B	33,20b	23,13a	39,27b
Cu	3,37a	4,90a	19,57b
Fe	47,67a	76,00b	171,33c
Mn	103,67a	333,67b	163,00a
Zn	49,80a	106,37b	114,47b

PA: Parte Aérea

Tabla 25 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flores y raíces – Invernadero 3<sub>C</sub>

Nutrientes	Flor-3 <sub>C</sub>	PA- 3 <sub>C</sub>	Raiz- 3 <sub>C</sub>
<b>g/Kg</b>			
N	25,37a	36,77b	23,33a
K	30,17b	43,73c	20,00a
P	7,50a	10,90b	8,50a
Ca	4,60a	14,33b	4,90a
Mg	3,53a	6,43b	7,83c
S	2,37a	3,27b	3,13b
<b>mg/Kg</b>			
B	58,43b	32,33a	30,40a
Cu	5,07a	6,60a	58,87b
Fe	75,33a	82,67a	88,67a
Mn	141,67a	337,67c	176,00b
Zn	61,77a	122,13c	83,27b

PA: Parte Aérea

Tabla 26 – Distribución de macro elementos en flores, parte aérea(PA) y raíces.-  
Invernaderos 3C y 3F

Nutri	F-3 <sub>F</sub>	F-3 <sub>C</sub>	t	PA-3 <sub>F</sub>	PA-3 <sub>C</sub>	t	R-3 <sub>F</sub>	R-3 <sub>C</sub>	t
<b>g/Kg</b>									
<b>N</b>	23,50	25,37	ns	50,90	36,77	<0,05	33,17	23,33	ns
<b>K</b>	24,37	30,17	ns	38,03	43,73	ns	26,70	20,00	<0,05
<b>P</b>	6,90	7,50	ns	11,33	10,90	ns	12,37	8,50	<0,05
<b>Ca</b>	2,20	4,60	<0,05	8,53	14,33	<0,05	4,30	4,90	ns
<b>Mg</b>	1,70	3,53	<0,05	3,70	6,43	<0,05	3,90	7,83	<0,05
<b>S</b>	2,13	2,37	ns	3,47	3,27	ns	4,73	3,13	<0,05
<b>mg/Kg</b>									
<b>B</b>	33,20	58,43	<0,05	23,13	32,33	<0,05	39,27	30,40	<0,05
<b>Cu</b>	3,37	5,07	<0,05	4,90	6,60	ns	19,57	58,87	ns
<b>Fe</b>	47,67	75,33	<0,05	76,00	82,67	ns	171,33	88,67	<0,05
<b>Mn</b>	103,67	141,67	ns	333,67	337,67	ns	163,00	176,00	ns
<b>Zn</b>	49,80	61,77	<0,05	106,37	122,13	<0,05	114,47	83,27	<0,05

PA: Parte Aérea



Tabla 27 – Resumen Cuestionario – Productor H. Los Pinos- Invernadero 3F

Parámetros	Productor 3 - Horticultura Los Pinos Invernadero - 3F
Inicio de actividad	2000
Sup. Invernaderos	Total 5.500 m <sub>2</sub> y 3.000 m <sub>2</sub> en la finca de Cambeo
Sup. Ext./Umbráculo	No están más produciendo en exterior
Unid. Año	100.000
Unid. Violas/año	8.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Portulaca</i> y <i>Osteospermum</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Viola x wittrockiana</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Tagetes patula</i> y <i>erecta</i> y <i>Primula acaulis</i> y <i>Salvia</i>
Nº esp. Producidas	Menos de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Arcos Multituneles
Altura canalón	3,0 m
Cobertura	Film de Polietileno y laterales con placas de policarbonato
Estructura	Metálica
Ventilación	Zenital y lateral
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Abonos de liberación lenta y fertirrigacion
Reservat. Agua	Si
Disp. Cultivo	Directamente en mallas de cultivo en suelo
Calefacción	No utiliza
Sist. Trat. Fitosan.	Máquina de tratamiento con barras
Sustrato Comerc.	Floragard S. Substr. PV REMP + PE/ EVP/ 3800. CODE 2798002
Análisis sustrato	No hace análisis. Eventualmente los proveedores le hacen pH y conductividad
Tecnol. /autom.	Plantación semi mecanizada. Cintas transportadoras. Programa control climático
Equipo Trabajo	2
Encargados/Famil.	2
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Ferias y exposiciones Informaciones de proveedores
Comercialización	Centros de jardinería, Floristerías, venda a por mayor
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	6

Tabla 28 - Resumen Cuestionario – Productor H. Los Pinos- Invernadero - 3C

Parámetros	Productor 3 - Horticultura Los Pinos Invernadero - 3C
Inicio de actividad	2000
Sup. Invernaderos	Total 5.500 m <sup>2</sup> y 3.000 m <sup>2</sup> en la finca de Cambeo
Sup. Ext./Umbráculo	No están más produciendo en exterior
Unid. Año	100.000
Unid. Violas/año	8.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Portulaca</i> y <i>Osteospermum</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Viola x wittrockiana</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Tagetes patula</i> y <i>erecta</i> y <i>Primula acaulis</i> y <i>Salvia</i>
Nº esp. Producidas	Menos de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Arcos multituneles
Altura canalón	3,0 m
Cobertura	Film de Polietileno y laterales con placas de policarbonato
Estructura	Metálica
Ventilación	Zenital y Lateral
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Abonos de liberación lenta y fertirrigacion
Reservat. Agua	Si
Disp. Cultivo	Directamente en mallas de cultivo en suelo
Calefacción	Anti helada a gasoil
Sist. Trat. Fitosan.	Máquina de tratamiento con barras
Sustrato Comerc.	Floragard S. Substr. PV REMP + PE/ EVP/ 3800. CODE 2798002
Análisis sustrato	No hace análisis. Eventualmente los proveedores le hacen pH y conductividad
Tecnol. /autom.	Plantación semi mecanizada. Cintas transportadoras Programa control climático
Equipo Trabajo	2
Encargados/Famil.	2
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Ferias y exposiciones Informaciones de proveedores
Comercialización	Centros de jardinería, floristerías, venda a por mayor
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	6

#### 4.1.4 Productor Viveros As Zancas – P4

Empresa ubicada en la provincia de La Coruña, con una unidad principal de producción y comercialización en invernaderos, también tienen distintas fincas de producción en la misma zona, para la producción de plantas arbustivas y árboles. La finca principal está a 263 m de altitud y las coordenadas son: Latitud 42°50'19.78"N y Longitud 8°26'18.59"O.



Figura 31. Vista aérea de las instalaciones de V. As Zancas – Boqueixón – La Coruña

En el periodo de producción de la *Viola x wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 11,28 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 122,8 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 82,6%. Periodo de 1971 a 2000 – Estación de Santiago de Compostela. Fuente Agencia Estatal de Meteorología (<http://www.aemet.es>, 2014)

Viveros As Zancas es una empresa de origen familiar con más de 30 años de actividad en los sectores de la planta de temporada, arbustivas y árboles. Como es una empresa que se dedica a producción y venta, las tareas se reparten entre el periodo de la mañana, que las mayoría del personal está en reparto o dedicándose a la venta al público en mercados y ferias y por la tardes, cuando todo el equipo de trabajo se dedica a las tareas de producción y también de preparación para la venta del día siguiente.

La finca de Boqueijon se fue estructurando en función de la demanda del mercado y está dedicada a un 85% a los cultivos de invernaderos, en total unos 5.000 m<sub>2</sub> en concreto para plantas de temporada. Por estar en un terreno que

supera un 5% de pendiente, hay zonas donde las plantas están acondicionadas en mesas de cultivo metálicas y balsas de hormigón en el suelo. Esto dificulta las tareas de riego, tratamientos y transporte de las plantas, después de la plantación en la maceta definitiva. En las otras fincas hay una superficie aproximada de 5.500 m<sub>2</sub> de umbráculos.

Los invernaderos son modelo Multituneles, de estructura metálica, con 4,0 m de pie derecho con pantallas de sombreo y efecto térmico, con ventanas cenitales y laterales. Toda la apertura y cierre de las ventanas y pantallas a parte del encendido de la calefacción se puede hacer de forma manual o automática con la utilización de sensores térmicos, de intensidad luminosa y velocidad del viento. En algunas zonas de cultivo se utiliza la calefacción a gas, como control anti-heladas.



Figura 32. Detalle de la ventilación zenital y pantallas térmicas y de sombreo

Las *Viola x wittrockiana* son cultivadas en la zona fría de los invernaderos, directamente en balsas de hormigón, con riego por inundación, con aprovechamiento del agua de riego y fertilizantes de una balsa a otra, utilizando la pendiente de la finca para riego por gravedad. En algunos cultivos específicos se utiliza el riego por goteo.



Figura 33. Producción en balsas de hormigón. Riego por inundación

Como no hay filtros específicos y sistemas de tratamiento de agua reciclada para el riego, hay un riesgo añadido de contaminación de una zona a otra por hongos de raíz y cuello, con *Pythium* y *Phytophthora*, debido a la posible presencia de zoosporas. Toda el agua de riego viene de un pozo ubicado en la finca.

Algunos cultivos, como la producción de crisantemos se realizan en mesas metálicas móviles, con riego por inundación o gotero.



Figura 34. Producción en mesas metálicas móviles

El trasplante de los plántulos de la bandejas a las macetas definitivas esta semi mecanizado. El vivero tiene máquina para mezclar el sustrato y rellenar las macetas, aparte de hacer el agujero de plantación y cintas transportadoras por donde se mueven las plantas para que el personal pueda

plantarlas en la maceta. Este sistema es bastante similar al utilizado en los demás viveros estudiados en la tesis.



Figura 35. Máquina para llenado y plantación de macetas

El sustrato utilizado es de la empresa Floraska, FKS 2 con proporción de turba rubia y turba negra de 70/30. La turba rubia utilizada es de estructura semi gruesa, indicada para el cultivo en macetas. Según en fabricante las características medias del sustrato son:

- pH: 5,5 – 6,5.
- Contenido de sales: 2,0g/l.
- Cantidad de Nitrógeno, N: 120 a 160mg/l.
- Cantidad de Fosforo,  $P_2O_5$ : 260 a 300 mg/l.
- Cantidad de Potasio,  $K_2O$ : 300-340 mg/l.
- Abono añadido PG Mix: 2kg/l.

No hay una rutina específica de mediciones de pH, conductividad y salinidad del sustrato, durante el ciclo de cultivo. Estos análisis son realizados por los técnicos de las empresas de suministros, si se detectan síntomas de mala formación y/o desarrollo de las plantas o raíces. Las recomendaciones de cultivo, abonado y tratamientos fitosanitarios se hacen a partir de visitas de los técnicos de las empresas de suministros y de material vegetal, como en la mayoría de los viveros analizados en la tesis.

El propietario, Isaac Fernandes, es el responsable por todos los tratamientos fitosanitarios, que en su mayoría se hacen con máquinas de tratamiento, utilizando barras de presión. En algunos casos específicos se aplican los tratamientos a partir del agua de riego, en concreto para enfermedades de cuello y raíz. También es responsable por las tareas de control climático en el invernadero y preparación de los abonados y otras tareas técnicas de producción. En total, trabajan 5 personas en los procesos de producción y comercialización, siendo 2 personas de la familia.

La formación técnica y capacitación del el equipo de los trabajadores, incluyendo el responsable del vivero, se hizo a partir de la experiencia de trabajo en el sector en los últimos años. Los propietarios visitan ferias, exposiciones, jornadas de puertas abiertas de las empresas de material vegetal, suscriben revistas técnicas de horticultura ornamental. Los técnicos de las empresas de suministros y de material vegetal también hacen visitas periódicas al vivero y también envían información por correo electrónico y teléfono.

Como Viveros As Zancas es una empresa que se dedica a la venta al público, minoristas y mayoristas, esto condiciona que el abanico de variedades sea muy amplio, superando las 80 especies trabajadas, entre plantas de temporada, arbustivas, árboles y frutales, lógicamente repartidas en distintas zonas de producción en invernaderos, umbráculos y campos al exterior. Las principales especies de temporada, propagadas por semilla son: ***Petunia hybrid***, ***Primula acaulis***, ***Begonias semperflorens***, ***Viola wittrockiana***, ***Impatiens walleriana***, entre otras, todas cultivadas en macetas de 10,5 cm de diámetro. Las principales especies, propagadas a partir de esquejes, son: ***Pelargonium zonale***, ***P. Peltatum***, ***Petunia hybrid***, ***Calibrachoa ovalifolia***, ***Chrysanthemum***, ***Verbena hybrid***, ***Osteospermum***, etc. La mayoría de las especies de esqueje, se producen en macetas de diámetro 13, con excepción de los crisantemos que se cultivan en macetas de diámetro 23.

La comercialización es de responsabilidad de los propietarios, que hacen un 85% de las ventas, directamente al consumidor final en ferias y mercados en las provincias de La Coruña, Pontevedra y Ourense. Este sistema de comercialización se hace por las mañanas. En el vivero se hacen ventas

directas al público, mayoristas y minoristas. Eventualmente, en función de la demanda, se hacen repartos a Centros de jardinería o venta a empresa que se dedican a jardinería. En total, se comercializan unas 250.000 plantas al año.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **6** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Se puede observar que para la calidad de raíz se aprecia resultados con 100% de las raíces con muy malas calidades. En la parte aérea y flor presenta un 73,33% en la calidad A2 y B, clasificada como una mala calidad (Tabla 29). Al analizar todo el conjunto de la planta y raíz podríamos afirmar que la planta estaría en una calidad mala para la comercialización.

Tabla 29 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	60,00%	<b>A1</b>	6,67%	Flor	PA
6	40,00%	<b>A2</b>	40,00%	Diámetro (cm)	
8	0,00%	<b>B</b>	53,33%	6,6	14,5
10	0,00%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos  $W_v$ ,  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos para el sustrato del productor 4 todos se encuentran dentro del rango óptimos según la bibliografía (Tabla 30).

Tabla 30 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 4

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Optimos
Volumen de agua- $W_v$ (%)	64,26	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire- $A_v$ (%)	29,42	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total- $P_s$ (%)	93,68	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula- $P_D$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,70	1,45-2,65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción- $S$ (%)	29,78	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	107,80	

a. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

En el caso de la  $D_M$ ,  $W_M$ , MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la *Viola Wittrockiana*, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede



observar que todos los resultados inicial y final, no presentaron grandes variaciones. La CE en el sustrato final supera los valores óptimos indica por la bibliografía de Gabriel *et al.* (1984). La relación C/N supera los valores recomendados en los valores inicial y final (Tabla 31).

Tabla 31 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 4

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores óptimos
Materia Seca-D <sub>M</sub>	37,93	51,70	
Humedad-W <sub>M</sub>	62,07	48,30	
Materia Orgánica-MO	90,90	73,87	
Ceniza	9,10	26,13	
Potencial Hidrogeno-pH	6,34	4,54	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica-CE (μS/cm)	339,00	1651,33	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N (	50,85	40,59	20-40 <sub>c</sub>

*b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriels et al. (1984)*  
*c: rango óptimo para C/N de acuerdo con Abad et al (1992)*

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena *et al.* (2014). El Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), en los sustratos inicial y final; el Magnesio (Mg), en el sustrato final; y el sodio (Na), en los sustratos inicial y final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (Tabla 32).

Para la mayoría de los elementos mayoritarios y minoritarios, con excepción de Cadmio (Cd) y Plomo (Pd) hubo un aumento de la concentración, en el sustrato final, que puede ser explicada por la aportación de abonos solubles por fertirrigación y también la liberación de los macro y micronutrientes contenidos en los abonos de liberación lenta. El importante aumento de la conductividad del sustrato final (1651,33 μS/cm) en comparación con la del sustrato inicial (339,00 μS/cm), corrobora para esta hipótesis.

Tabla 32- Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P4

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	74,9	401,2	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	0,0	1,2	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	10,1	13,7	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	28,5	64,7	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	5,3	17,9	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	11,1	15,9	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	64,9	120,0	-
<b>Elementos minoritarios - µg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	88,5	198,0	-
<b>Manganeso-Mn</b>	31,9	374,0	-
<b>Cobre-Cu</b>	1,4	9,2	-
<b>Zinc-Zn</b>	56,7	72,7	-
<b>Boro-B</b>	21,3	65,2	-
<b>Cadmio-Cd</b>	0,4	0,2	-
<b>Plomo-Pd</b>	7,4	2,7	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al.(2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor 4. Para los macronutrientes el orden de acumulación en g/kg de N, P, Ca y Mg fueron: parte aérea > raíz > flor. La acumulación de K fue parte aérea > flor > raíz. La acumulación de S fue: raíz > parte aérea > flor. Para los micronutrientes la acumulación de Mn fue: parte aérea > raíz > flor. El orden de acumulación en Cu y Zn fueron raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de B fue flor > raíz > parte aérea. La acumulación de Fe fue: raíz > flor > parte aérea. (Tabla 33).

Tabla 33 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz

Análisis Química	Flor	PA	Raíz
<b>g/Kg</b>			
N	29,73a	55,77c	36,90b
K	31,87a	50,37b	26,53a
P	9,27a	12,80b	10,97ab
Ca	5,87a	14,83b	5,97a
Mg	3,73a	5,67b	5,10b
S	2,67a	3,63b	3,83b
<b>mg/Kg</b>			
B	70,53b	31,90a	32,27a
Cu	3,87a	6,57a	72,03a
Fe	112,00a	80,67a	237,33b
Mn	160,00a	294,67b	126,33a
Zn	61,20a	98,90b	112,47b

PA: Parte Aérea

Tabla 34 – Resumen Cuestionario –Viveiros As Zancas –Invernadero 4

Parámetros	Productor 4 - Viveiros As Zancas - Invernadero - 4
Inicio de actividad	1989
Sup. Invernaderos	5.000 m <sub>2</sub>
Sup. Ext./Umbráculo	5.500 m <sub>2</sub>
Unid. Año	250.000
Unid. Violas/año	8.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Verbena hybrid</i> , <i>Chrysanthemum</i> y <i>Osteospermum</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Viola x wittrockiana</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Begonia semperflorens</i> , <i>Primula acaulis</i> y <i>Salvia</i>
Nº esp. Producidas	Más de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Arcos Multituneles
Altura canalón	4,0 m
Cobertura	Polietileno y 1.200 de placas de policarbonato en invernadero con calefacción
Estructura	Metálica
Ventilación	Lateral, frontal y zenital.
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión, gotero e inundación
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Abonos de liberación lenta y fertirrigacion. Alguna vez foliar para carencias
Reservat. Agua	Sí. Balsa
Disp. Cultivo	Directamente en mallas de cultivo en suelo
Calefacción	1.200 m con calefacción a gas. Cultivos sensibles a frío
Sist. Trat. Fitosan.	Máquina de tratamiento con barras
Sustrato Comerc.	Floraska, FKS 2 con proporción de turba rubia y turba negra de 70/30
Análisis sustrato	No hace análisis. Eventualmente los proveedores le hacen pH y conductividad
Tecnol. /autom.	Plantación semi mecanizada. Cintas transportadoras Programa control climático
Equipo Trabajo	5
Encargados/Famil.	2
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Ferias y exposiciones Informaciones de proveedores
Comercialización	Venta al público en ferias y mercados y en el invernadero. También a Centros de Jardinería, Floristerías.
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	6

#### 4.1.5 Productor Viveros Compostela – P5

Empresa ubicada en la provincia de La Coruña, con 3 unidades principal de producción en invernaderos, también tienen distintas fincas de producción. La finca donde están ubicados los Invernaderos normal e invernadero frío está a 243 m de altitud y las coordenadas son: Latitud 42°48'41.25"N y Longitud 8°22'41.64"O.



Figura 36. Vista aérea del Invernadero Normal de Viveros Compostela – Boqueixón – La Coruña



Figura 37. Vista aérea del Invernadero Frio de Viveros Compostela – Boqueixón – La Coruña



Figura 38 Vista aérea del Invernadero Caliente de Viveros Compostela – Boqueixón – La Coruña

En el periodo de producción de la *Viola x wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 11,28 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 122,8 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 82,6%. Periodo de 1971 a 2000 – Estación de Santiago de Compostela. Fuente Agencia Estatal de Meteorología (<http://www.aemet.es>, 2014).

Viveros Compostela es una de las principales empresas del sector ornamental de Galicia. Es una empresa de origen familiar, con más de 25 años de actividad, dedicada exclusivamente a la planta de temporada. Todas las tareas de mantenimiento, instalación de nuevas infra-estructuras, compras, planificación de los cultivos, actividades de producción, controle de los cultivos, ventas, marketing, etc, están repartidas entre los miembros de la familia, donde conviven dos generaciones. Las 4 zonas de producción están ubicadas en el municipio de Boqueixón. En la tesis hemos colectado plantas en 3 unidades de producción distintas, que esta próximas unas de otras, pero con características técnicas distintas y denominadas: Invernadero frío, Invernadero Caliente, Invernadero Normal. Todos los invernaderos están instalados en parcelas amplias, con muy poca pendiente y con abundante disponibilidad de agua.

Como uno de los propietarios se dedica a las instalaciones e infraestructuras e incluso fabrica los sistemas de calefacción, monta los invernaderos, naves, sistemas de riego, máquinas de tratamientos, etc., el

crecimiento de la empresa, mismo siendo en función de las demandas del mercado, se ha realizado de una manera homogénea y modular. De esta manera, los más de 16.000 m<sup>2</sup> invernaderos, tienen unas características técnicas bastante semejantes.

Las 3 fincas de producción están instaladas cerca de las oficinas centrales de la empresa, están divididas en función de las necesidades climatológicas de los distintos cultivos. Como hay producción de distintos cultivos al largo del año, repartidos en cultivos de primavera-verano y otoño-invierno, hay zonas habilitadas para cultivos más resistentes a bajas temperaturas, pero con necesidad de alta intensidad de luz, como las ***Violas x wittrockiana***, ***V. cornuta***, entre otras. En este caso, la mayor parte del cultivo se hace en el **invernadero frío**, que está totalmente abierto en las zonas laterales y con muy buena circulación de aire y temperaturas muy cercanas a la ambiente. La superficie de este invernadero es de unos 5.000 m<sup>2</sup>.



Figura 39. Instalaciones del invernadero frío y producción de *Viola x wittrockiana*

Otras especies de primavera verano, que se pueden cultivar en las condiciones ambientales de estas estaciones, pero tienen sensibilidad a heladas, se cultivan en el **invernadero normal**, con unos 4.500 m<sup>2</sup> de superficie, que tiene ventanas laterales que se puedan cerrar y una calefacción anti-helada de biomasa. La mayor parte de los cultivos que se producen en estas instalaciones, necesitan alta intensidad de luz, sobre 70.000 – 80.000 lux, en momento de la floración. Este invernadero tiene pantalla de sombreo, para los inicios de los cultivos y cuenta con ventilación lateral y zenital. Las principales especies cultivadas en estas instalaciones son ***Pelargonium zonale*** y ***P. peltatum***, ***Petunia hybrid***, ***Impatiens hawkeri***, y ***Euphorbia***, como plantas propagadas por esquejes. Las principales especies propagadas

por semillas son *Begonia semperflorens*, *Tagetes patula*, *T. erecta*, *Viola x wittrockiana*, *Petunia hybrid*, etc.



Figura 40. Instalaciones del invernadero normal. Detalle del sistema de calefacción y pantallas térmicas

El **invernadero caliente** que se ubica en la finca al lado de la residencia de los propietarios, tiene unos 2.500 m<sup>2</sup> de superficie y está totalmente acondicionado para los cultivos más sensibles a las condiciones de bajas temperaturas en invierno y altas intensidades luminosas en verano. El invernadero cuenta con calefacción de biomasa, pantallas térmicas y de sombreo, ventilación lateral, zenital y frontal y mesas de cultivo para acondicionar los plántulos cuando llegan de los proveedores. En este invernadero se hace la plantación de todos los plántulos en las macetas definitivas. Es el invernadero con mayor nivel de tecnología y cuenta con mezcladora de sustrato, maquinaria para rellenar las macetas y máquina de plantación automática con sistema de pinzas mecánicas, que retira las plantas de las bandejas y las insieren en los agujeros del sustrato en las macetas. También se hace en estas instalaciones, el repicado de bandejas de 240 y 264 unidades a bandejas con 60 unidades, permitiendo así que el plántulo vaya más desarrollado a la maceta definitiva. En este invernadero, a parte de los plántulos, se acondicionan especies muy sensibles a bajas temperaturas y alta intensidad de luz, como *Impatiens hawkeri*, *I. walleriana*, *Euphorbia*,



**Cyclamen**, entre otras, Este invernadero puede ser utilizado para adelantar el ciclo de cultivo de algunas especies y acelerar la formación de las flores.



Figura 41. Instalaciones del invernadero caliente

Los invernaderos son modelo Multituneles con pie derecho de 4,0 m de altura, con ventilación zenital. Algunos invernaderos más antiguos, en concretos las instalaciones del invernadero frío tienen un pie derecho de 3,5 m de altura. La intensidad de luz, se controla con pantallas de sombreo, que tienen un sistema de cierre y apertura, controlado por sensores de luz exteriores. La apertura de la ventilación zenital también se hace con la utilización de sensores térmicos y de velocidad de viento.

En todos los invernaderos se utiliza el riego por aspersion en el inicio del ciclo de cultivo, hasta que el sistema radicular este bien desarrollado. En los **invernaderos frío y normal** se utiliza el riego localizado con manta de riego, que suministra agua a las plantas por capilaridad, evitando el encharcamiento del sustrato y beneficia la formación de las raíces, evitando el desarrollo de enfermedades fúngicas de raíces, como Phytium, Phytophthora y Fusarium.

El cultivo de **Viola x wittrockiana** en el invernadero caliente se realiza solamente en determinadas fechas y con el objetivo de acelerar la floración. El sistema de riego utilizado es el de aspersion, Se utiliza de ventilación lateral, zenital y de techo para secar las hojas y flores, en seguida al riego.



Figura 42. Bandeja de plántulas de *Viola x wittrockiana*



Figura 43. Línea de relleno de macetas con sustrato y plantación



Figura 44. Máquina con pinzas para plantío automático y macetas recién trasplantadas en cinta transportadora

El sustrato utilizado para el cultivo de *V.x wittrockiana* es el mismo en los tres invernaderos Gramoflor + Turba Rubia Media 10-20, con 25% de corteza Pinus añadida por el productor. La corteza de pino es suministrada por la empresa está bien composta, con una relación C/N cercana a 20. A parte de esto el productor añade. 1,5 kg/ m<sup>3</sup> de sustrato del abono de liberación lenta de la marca Osmocote de 3-4 meses para la liberación total.

Por ser un cultivador con elevado nivel técnico, se realizan análisis periódicos de pH y Conductividad del sustrato y del agua de riego. La empresa esta asesorada por un técnico externo que hace las recomendaciones de abonados, tratamientos fitosanitarios, control de clima en los invernaderos, etc. Los propietarios visitan las principales ferias del sector en España, Holanda y Alemania, a parte de los campo de ensayos de las empresas de material vegetal. La formación técnica de los responsables se obtuvo a partir de años de experiencia y del asesoramiento de los técnicos de las empresas de suministros y material vegetal y del consultor externo. En total trabajan en la empresa 16 personas, siendo 5 personas de la propia familia.

La empresa se dedica a la comercialización a nivel mayorista y minorista, produciendo más de 40 especies entre plantas de temporada. Las principales especies multiplicadas por semillas son *Viola wittrockiana*, *Viola*

*cornuta*, *Petunia hybrid*, *Tagetes patula* *T. erecta*, *Begonias semperflorens*, *Vinca*, *Salvia*, *Impatiens walleriana*, *Ranunculus*, etc. Todas estas especies se cultivan en macetas de 10,5.

Las principales especies multiplicadas por esquejes, son *Pelargonium zonale*, *Pelargonium peltatum*, *P. grandiflorum*, *Cyclamen*, *Crisantemos*, *Euphorbia*, *Verbena hybrid*, *Petunia Hybrid*, *Calibrachoa ovalifolia*, *Impatiens hawkeri*, etc. La mayoría de estas especies se cultivan en macetas de diámetro 13 y 14, con excepción de los crisantemos, que se cultivan en maceta de diámetro 21. En total se producen unas 450.000 plantas al año siendo unas 70.000 plantas de *Viola x wittrockiana*.



Figura 45. Instalaciones de producción invernadero frío

La comercialización se hace con 4 camiones propios que visitan a empresas minoristas, como floristerías, centros de jardinería, tiendas agrícolas y supermercados. Las ventas se hacen en las 4 provincias gallegas. Unos de los miembros de la familia, de la segunda generación es el responsable por la comercialización. La empresa también hace ventas a mayoristas y minoristas directamente en el vivero. También se comercializan plantas a empresas que se dedican a jardinería pública.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **8** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Se puede observar que para la evaluación de la raíz, de los tres invernaderos, o sea 5, 5<sub>C</sub> y 5<sub>F</sub>, se obtuvo una media de resultados variando de 75,00 a 85% de en las clasificaciones entre 6 y 8, para los tres invernaderos. Para el criterio calidad de planta, en el invernadero 5<sub>C</sub> se obtuvo 60,00% de las plantas con calidad A1, y los en los invernaderos, 5<sub>C</sub> y 5<sub>F</sub>, se obtuvo el mayor porcentual de plantas en la clasificación de calidad A2 (tabla 35)

Tabla 35- Calidad morfológica de la raíz y parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	5	5 <sub>C</sub>	5 <sub>F</sub>	Calidad Planta	5	5 <sub>C</sub>	5 <sub>F</sub>
4	16,67%	16,67%	16,67%	<b>A1</b>	16,67%	60,00%	36,67%
6	53,33%	43,33%	36,67%	<b>A2</b>	80,00%	40,00%	60,00%
8	23,33%	40,00%	43,33%	<b>B</b>	03,33%	0%	03,33%
10	06,67%	0%	03,33%				
Diámetro (cm)							
Flor	8,9	7,6	7,4				
PA	16,5	18,5	17,1				

Para los parámetros físicos W<sub>v</sub>, P<sub>s</sub>, P<sub>D</sub> y S, el sustrato del productor se encuentran dentro de los rangos óptimos de acuerdo con la bibliografía citada, ya en el Av los valores se encuentran por encima del rango óptimo. (Tabla 36).

Tabla 36 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 5

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Optimos
Volumen de agua-W <sub>v</sub> (%)	58,41	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire-A <sub>v</sub> (%)	34,23	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total-P <sub>s</sub> (%)	92,65	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula-P <sub>D</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,74	1,45-2.65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción-S (%)	12,58	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	128,27	

*a. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad et al. (1992)*

En el caso de la D<sub>M</sub>, W<sub>M</sub>, MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la Viola Wittrockiana, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que los resultados inicial y final (5<sub>C</sub> y 5<sub>F</sub>), presentaron variaciones, en materia seca y humedad. De acuerdo con la biografía estudiada el pH inicial se

encuentra por debajo del rango óptimo, ya la CE y la relación C/N, tanto en el sustrato inicial como en el final están con valores más altos que la recomendada por el autor de referencia (Tabla 37).

Tabla 37 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 5, 5<sub>C</sub> y 5<sub>F</sub>

Propiedades	Valores Iniciales	5	5 <sub>C</sub>	5 <sub>F</sub>	Valores óptimos
Materia Seca-D <sub>M</sub>	50,43	49,11	70,10	69,63	
Humedad-W <sub>M</sub>	49,57	50,89	29,90	30,37	
Materia Orgánica-MO	88,90	91,07	91,80	91,30	
Ceniza	11,10	8,93	8,20	8,37	
Potencial Hidrogeno-pH	4,23	5,15	4,50	5,51	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conduct. eléctrica-CE (μS/cm)	1762,00	574,67	622,00	878,33	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N	47,70	60,91	66,04	57,43	20-40 <sub>c</sub>

*b. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriel et al. (1984)*

*c. rango óptimo para C/N, de acuerdo con Abad et al., (1992)*

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). El Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), en los sustratos inicial y final 5, 5C y 5F; y el sodio (Na), en los sustratos inicial y final 5, 5C y 5F; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (tabla 38).

Para los elementos, Hierro (Fe), Cobre (Cu), Boro (Bo) y Cadmio (Cd) hubo un aumento de las concentraciones en los sustratos finales 5, 5C y 5F; en relación al sustrato inicial. Los elementos Sodio (Na) y Zinc (Zn) presentaron dosis, más elevadas en los sustratos finales 5C y 5F, cuando comparados con el sustrato inicial. Ya los elementos Nitrógeno total (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Potasio (K) y Magnesio (Mg), presentaron dosis más elevadas en el sustrato final 5F, cuando comparado con el sustrato inicial.

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Tabla 38 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P5

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final 5	Sustrato Final 5C	Sustrato Final 5F	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>					
<b>Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>+ NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	247,10	85,36	186,62	285,57	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	29,1	0,63	0,62	1,24	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	13,40	7,36	8,34	11,32	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	68,40	32,10	58,47	89,93	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	9,20	5,66	7,42	10,12	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	9,70	8,08	11,46	15,64	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	79,70	45,03	29,73	53,80	-
<b>Elementos minoritarios - µg.l<sup>-1</sup></b>					
<b>Hierro-Fe</b>	32,60	74,80	101,97	131,63	-
<b>Manganeso-Mn</b>	110,00	83,80	77,83	111,90	-
<b>Cobre-Cu</b>	1,30	1,91	2,08	1,49	-
<b>Zinc-Zn</b>	28,00	19,60	63,25	92,76	-
<b>Boro-B</b>	13,20	16,80	29,45	35,60	-
<b>Cadmio-Cd</b>	0,4	0,08	0,07	0,08	-
<b>Plomo-Pb</b>	<0,50	0,96	0,50	0,58	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor 5, 5<sub>C</sub> y 5<sub>F</sub>.

Tabla 39 – Concentración de macro y microelementos en las flores, parte aérea(PA) y raíces – Invernadero 5

Nutrientes	Flor-5	PA-5	Raiz-5
<b>g/Kg</b>			
<b>N</b>	26,33a	38,03b	27,77a
<b>K</b>	29,53b	48,7c	21,83a
<b>P</b>	5,70a	9,10b	6,33a
<b>Ca</b>	1,47a	9,67c	3,67b
<b>Mg</b>	1,67a	4,20c	3,33b
<b>S</b>	1,83a	3,03b	2,73b
<b>mg/Kg</b>			
<b>B</b>	23,67ab	32,17b	17,87a
<b>Cu</b>	1,40a	1,47a	13,47b
<b>Fe</b>	46,67a	74,33b	101,67c
<b>Mn</b>	64,33a	278,67b	73,00a
<b>Zn</b>	43,93a	100,40c	83,00b

*PA: Parte Aérea*

Tabla 40 – Concentración de macro y microelementos en las flores, parte aérea(PA) y raíces – Invernadero 5<sub>C</sub>

Nutrientes	Flor-5 <sub>C</sub>	PA-5 <sub>C</sub>	Raiz-5 <sub>C</sub>
<b>g/Kg</b>			
N	26,47a	47,43c	31,37b
K	30,20b	60,13c	20,83a
P	7,67a	12,03b	8,57ab
Ca	4,93a	14,27b	4,97a
Mg	3,50a	5,70b	4,90b
S	2,20a	3,53c	2,97b
<b>mg/Kg</b>			
B	53,87b	32,80a	28,47a
Cu	2,20a	3,57a	58,30b
Fe	94,67a	105,33a	132,67b
Mn	89,67a	156,33b	70,00a
Zn	69,33a	132,33b	145,10b

Tabla 41 – Concentración de macro y microelementos en las flores, parte aérea(PA) y raíces 5<sub>F</sub>

Nutrientes	Flor-5 <sub>F</sub>	PA-5 <sub>F</sub>	Raiz-5 <sub>F</sub>
<b>g/Kg</b>			
N	27,80a	46,80c	33,67b
K	32,47b	54,43c	26,07a
P	7,20a	9,73b	9,37b
Ca	4,97a	13,13b	4,97a
Mg	3,27a	5,03b	4,87b
S	1,97a	3,20b	3,13b
<b>mg/Kg</b>			
B	44,47b	27,83a	29,67a
Cu	1,90a	3,27a	79,17b
Fe	94,33a	102,67a	133,00a
Mn	86,33a	141,00a	72,00a
Zn	79,30a	134,97b	141,40b

PA: Parte Aérea



Tabla 42 – Concentración de macro y microelementos en flores – Invernaderos 5, 5<sub>C</sub> y 5<sub>F</sub>

Nutrientes	Flor-5	Flor-5 <sub>C</sub>	Flor-5 <sub>F</sub>
<b>g/Kg</b>			
<b>N</b>	26,33a	26,47a	27,80a
<b>K</b>	29,53a	30,20a	32,47b
<b>P</b>	5,70a	7,67b	7,20ab
<b>Ca</b>	1,47a	4,93b	4,97b
<b>Mg</b>	1,67a	3,50b	3,27b
<b>S</b>	1,83a	2,20b	1,97a
<b>mg/Kg</b>			
<b>B</b>	23,67a	53,87c	44,47b
<b>Cu</b>	1,40a	2,20a	1,90a
<b>Fe</b>	46,67a	94,67b	94,93b
<b>Mn</b>	64,33a	89,67a	86,33a
<b>Zn</b>	43,93a	69,33b	79,30b

Tabla 43 – Concentración de macro y microelementos en parte aérea – Invernaderos 5, 5<sub>C</sub> y 5<sub>F</sub>

Nutrientes	PA-5	PA-5 <sub>C</sub>	PA-5 <sub>F</sub>
<b>g/Kg</b>			
<b>N</b>	38,03a	47,43b	46,80b
<b>K</b>	48,70a	60,13b	54,43ab
<b>P</b>	9,10a	12,03a	9,73a
<b>Ca</b>	9,67a	14,27b	13,13b
<b>Mg</b>	4,20a	5,70b	5,03ab
<b>S</b>	3,03a	3,53b	3,20ab
<b>mg/Kg</b>			
<b>B</b>	32,17ab	32,80b	27,83a
<b>Cu</b>	1,47a	3,57b	3,27b
<b>Fe</b>	74,33a	105,33b	102,67b
<b>Mn</b>	278,67b	156,33a	141,00a
<b>Zn</b>	100,40a	132,33b	134,97b

PA: Parte Aérea

Tabla 44 - Concentración de macro y micro elementos en las raíces – Invernaderos 5, 5<sub>C</sub> y 5<sub>F</sub>

Nutrientes	Raiz-5	Raiz -5 <sub>C</sub>	Raiz -5 <sub>F</sub>
<b>g/Kg</b>			
<b>N</b>	27,77a	31,37b	33,67c
<b>K</b>	21,83ab	20,83a	26,07b
<b>P</b>	6,33a	8,57b	9,37b
<b>Ca</b>	3,67a	4,97b	4,97b
<b>Mg</b>	3,33a	4,90b	4,87b
<b>S</b>	2,73a	2,97a	3,13a
<b>mg/Kg</b>			
<b>B</b>	17,87a	28,47b	29,67b
<b>Cu</b>	13,47a	58,30a	79,17a
<b>Fe</b>	111,67a	132,67a	133,00a
<b>Mn</b>	73,00a	70,00a	72,00a
<b>Zn</b>	83,00a	145,10b	141,40b

Tabla 45 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz – Invernaderos 5, 5<sub>C</sub> y 5<sub>F</sub>

Nut	F-5	F- 5 <sub>C</sub>	F- 5 <sub>F</sub>	PA-5	PA-5 <sub>C</sub>	PA-5 <sub>F</sub>	R-5	R-5 <sub>C</sub>	R-5 <sub>F</sub>
<b>N</b>	26,33a	26,47a	27,80a	38,03a	47,43b	46,80b	27,77a	31,37b	33,67c
<b>K</b>	29,53a	30,20a	32,47b	48,7a	60,13b	54,43ab	21,83ab	20,83a	26,07b
<b>P</b>	5,70a	7,67b	7,20ab	9,10a	12,03a	9,73a	6,33a	8,57b	9,37b
<b>Ca</b>	1,47a	4,93b	4,97b	9,67a	14,27b	13,13b	3,67a	4,97b	4,97b
<b>Mg</b>	1,67a	3,50b	3,27b	4,20a	5,70b	5,03ab	3,33a	4,90b	4,87b
<b>S</b>	1,83a	2,20b	1,97a	3,03a	3,53b	3,20ab	2,73a	2,97a	3,13a
<b>B</b>	23,67a	53,87c	44,47b	32,17ab	32,80b	27,83a	17,87a	28,47b	29,67b
<b>Cu</b>	1,40a	2,20a	1,90a	1,47a	3,57b	3,27b	13,47a	58,30a	79,17a
<b>Fe</b>	46,67a	94,67b	94,93b	74,33a	105,33b	102,67b	111,67a	132,67a	133,00a
<b>Mn</b>	64,33a	89,67a	86,33a	278,67b	156,33a	141,00a	73,00a	70,00a	72,00a
<b>Zn</b>	43,93a	69,33b	79,30b	100,40a	132,33b	134,97b	83,00a	145,10b	141,40b

PA: Parte Aérea

Tabla 46 – Resumen cuestionario –Viveiros Compostela–Invernadero 5

Parámetros	Productor 5 - Viveiros Compostela - Invernadero - 5
Inicio de actividad	1985
Sup. Invernaderos	4.416 m <sub>2</sub>
Sup. Ext./Umbráculo	0
Unid. Año	600.000
Unid. Violas/año	75.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Impatiens hawkeri</i> , <i>Euphorbia</i> y <i>Cyclamen</i> .
5 princ. Esp. Semillas	<i>Begonia semperflorens</i> <i>Petunia hybrid</i> , <i>Viola x wittrockiana</i> , <i>Tagetes patula</i> , <i>T. erecta</i> , <i>Impatiens walleriana</i>
Nº esp. Producidas	Más de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Arcos Multituneles
Altura canalón	3-3,5 m
Cobertura	Polietileno de 200 µ
Estructura	Metálica
Ventilación	Lateral, frontal y zenital.
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión y mantas de riego
Agua Riego	Pozo y recogida de agua de lluvia
Fertilización	Abonos de liberación lenta y fertirrigacion
Reservat. Agua	Si, al lado del cabezal de riego.
Disp. Cultivo	Mallas de cultivo en el suelo
Calefacción	Biomasa
Sist. Trat. Fitosan.	Ultra bajo volumen, barra de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Gramoflor + Turba Rubia Media 10-20, con 25% de corteza de Pinus.
Análisis sustrato	pH,CE y nitratos durante el ciclo de cultivo. También de agua de riego.
Tecnol. /autom.	Plantación mecanizada. Cintas transportadoras Programa control climático, mesas de cultivo y sistema para preparación de pedidos informatizado y con código de barras.
Equipo Trabajo	16
Encargados/Famil.	5 personas de la familia
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros y proveedores. Asesor externo.
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Ferias y exposiciones. Informaciones de proveedores, visitas a otros productores y a campos de ensayo.
Comercialización	Centros de jardinería, floristerías, tiendas, venda a por mayor y grandes superficies.
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	8

Tabla 47-Resumen cuestionario–Viveiros Compostela –Invernadero 5F

Parámetros	Productor 5 - Viveiros Compostela - Invernadero - 5F
Inicio de actividad	1985
Sup. Invernaderos	4.992 m <sub>2</sub>
Sup. Ext./Umbráculo	0
Unid. Año	600.000
Unid. Violas/año	75.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Impatiens hawkeri</i> , <i>Euphorbia</i> y <i>Cyclamen</i> .
5 princ. Esp. Semillas	<i>Begonia semperflorens</i> <i>Petunia hybrid</i> , <i>Viola x wittrockiana</i> , <i>Tagetes patula</i> , <i>T. erecta</i> , <i>Impatiens walleriana</i>
Nº esp. Producidas	Más de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Arcos Multituneles
Altura canalón	3,5 m
Cobertura	Polietileno de 200 µ
Estructura	Metálica
Ventilación	Lateral, frontal y zenital.
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión mantas de riego y gotero.
Agua Riego	Pozo y recogida de agua de lluvia
Fertilización	Abonos de Liberación lenta y fertirrigacion
Reservat. Agua	Si, al lado del cabezal de riego.
Disp. Cultivo	Mallas de cultivo en el suelo
Calefacción	Biomasa
Sist. Trat. Fitosan.	Ultra bajo volumen, barra de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Gramoflor + Turba Rubia Media 10-20, con 25% de corteza de Pinus.
Análisis sustrato	pH, CE y nitratos durante el ciclo de cultivo. También de agua de riego.
Tecnol. /autom.	Plantación mecanizada. Cintas transportadoras Programa control climático, mesas de cultivo y sistema para preparación de pedidos informatizado y con código de barras.
Equipo Trabajo	16
Encargados/Famil.	5 personas de la familia
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros y proveedores. Asesor externo.
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Ferias y exposiciones Informaciones de proveedores, visitas a otros productores y a campos de ensayo.
Comercialización	Centros de jardinería, floristerías, tiendas, venda a por mayor y grandes superficies.
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	8

Tabla 48 - Resumen cuestionario – Viveiros Compostela – Invernadero 5C

Parámetros	Productor 5 - Viveiros Compostela - Invernadero - 5C
Inicio de actividad	1985
Sup. Invernaderos	2.300 m <sup>2</sup>
Sup. Ext./Umbráculo	0
Unid. Año	600.000
Unid. Violas/año	75.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Impatiens hawkeri</i> , <i>Euphorbia</i> y <i>Cyclamen</i> .
5 princ. Esp. Semillas	<i>Begonia semperflorens</i> <i>Petunia hybrid</i> , <i>Viola x wittrockiana</i> , <i>Tagetes patula</i> , <i>T. erecta</i> , <i>Impatiens walleriana</i>
Nº esp. Producidas	Más de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Arcos Multituneles
Altura canalón	4,0 m
Cobertura	Polietileno de 200 µ
Estructura	Metálica
Ventilación	Lateral, frontal, zenital y forzada.
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión y mantas de riego
Agua Riego	Pozo y recogida de agua de lluvia
Fertilización	Abonos de liberación lenta y fertirrigacion
Reservat. Agua	Si, al lado del cabezal de riego.
Disp. Cultivo	Mallas de cultivo en el suelo. También en mesas
Calefacción	Biomasa
Sist. Trat. Fitosan.	Ultra Bajo Volumen, Barra de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Gramoflor + Turba Rubia Media 10-20, con 25% de corteza de Pinus.
Análisis sustrato	pH,CE y nitratos durante el ciclo de cultivo. También de agua de riego.
Tecnol. /autom.	Plantación mecanizada. Cintas transportadoras Programa control climático, mesas de cultivo y sistema para preparación de pedidos informatizado y con código de barras.
Equipo Trabajo	16
Encargados/Famil.	5 personas de la familia
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros y proveedores. Asesor externo.
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Ferias y exposiciones Informaciones de proveedores, visitas a otros productores y a campos de ensayo.
Comercialización	Centros de jardinería, floristerías, tiendas, venda a por mayor y grandes superficies.
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	8

#### 4.1.6 Productor Agroflor – P6

Agroflor es una cooperativa de productores de flores y plantas ornamentales con inicio de las actividades en el año 1985. En la Cooperativa Agroflor hay 65 productores distribuidos por las provincias de La Coruña y Lugo, con un total de 10 hectáreas de producción en invernaderos y umbráculos y 4 hectáreas al aire libre. En los últimos 10 años, algunos de sus cooperados han pasado a dedicarse parte de sus explotaciones a la producción de plantas ornamentales en macetas. La característica principal de las explotaciones es que son pequeñas fincas familiares, con invernaderos tipo túneles, que anteriormente se utilizaban para la producción de hortalizas y flores cortadas.

La empresa Agroflor, está ubicada en polígono industrial A Gándara – Parcela 33, donde tienen las instalaciones principales, invernaderos, oficinas, cámaras frías, centro de jardinería y Cash & Carry para venta de mercancía a por mayor. Las coordenadas son: Altitud 8m, latitud 43°29'23.53"N y longitud 8°11'54.68"O.

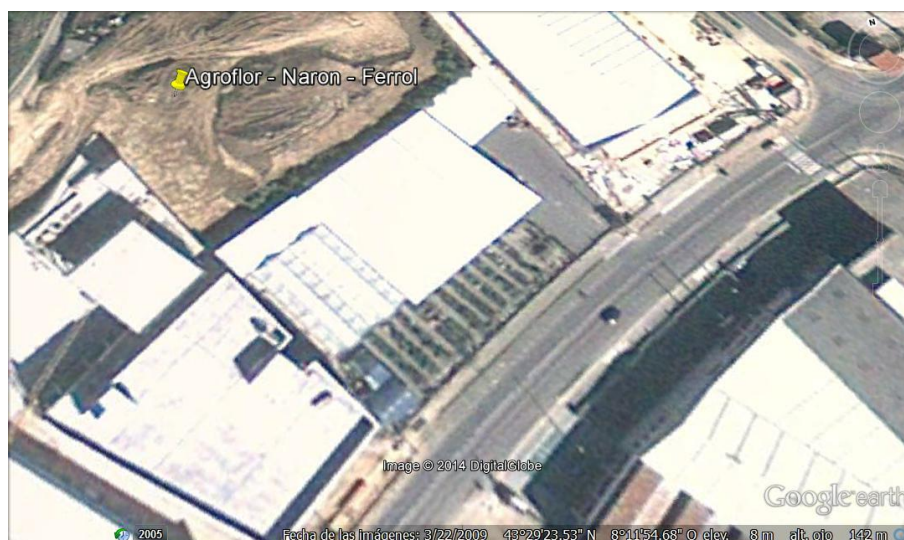


Figura 46. Vista aérea de las instalaciones de la Cooperativa Agroflor – Ferrol – La Coruña

En el periodo de producción de la *Viola wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 13,74 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 127,4 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 77,40% Periodo de 1971 a 2000 – Estación de Mabegondo – A Coruña. Fuente Agencia Estatal de Meteorología

(<http://www.aemet.es>, 2014) .Como no hay datos específicos de una estación meteorológica de Ferrol, para el periodo de 1971 – 2000, se han utilizado los datos de la estación de Mabegondo – La Coruña, que es la más cercana al Vivero, que está ubicado en Betanzos a unos 20 km de la estación...

La producción de la *Viola wittrockiana*, donde se han sacado muestras, está ubicada en la provincia cerca de la ciudad de Betanzos, a unos 20 km de la sede de la cooperativa. La propietaria de la finca, que es una de las socias de Cooperativa Agroflor, se llama Maria Encarnación Picopena. La superficie total de invernaderos son unos 1.500 m<sup>2</sup> de invernaderos tipo multi-túneles, utilizados para la producción de flores cortadas y una superficie aproxima da unos 100 m<sup>2</sup>, destinados a la producción de *Viola x wittrockiana*. Dichos invernaderos son de un modelo muy sencillo, con apenas ventilación lateral, sin calefacción y ventilación cenital. A este modelo de invernadero podemos llamar de invernadero frio. Las principales especies de flores cortadas cultivadas son el Clavel y Statice. Como plantas de maceta, se cultiva la *Viola x wittrockiana* y el *Impatiens hawkeri*.



Figura 47. Vista exterior de los invernaderos de producción

Las plantas son acondicionadas sobre mallas de cultivo, con riego por aspersión en la fase inicial del ciclo de producción y en la fase de desarrollo de las plantas y floración, se utilizan el gotero y agua de pozo artesiano.



Figura 48. Detalle de la zona de producción de flores cortadas y *Viola x wittrockiana*

Como en la cooperativa Agroflore hay un servicio de asistencia técnica, periódicamente y en función de la detección de problemas en el cultivo, se hacen análisis de pH, conductividad del agua de riego y de los sustratos. El mismo técnico es el responsable por las recomendaciones de abonado, tratamientos fitosanitarios, planificación de la producción, control climático, etc. La formación y capacitación de los productores se hace a partir de la visita del técnico, charlas, visitas a ferias y exposiciones, lectura de revistas del sector y también de las informaciones suministradas por las empresas de suministros y de material vegetal.

Todo en proceso de plantación se hace de forma manual, ya que por las dimensiones de los invernaderos y por la producción en pequeña escala, no se justifica la utilización de maquinarias para rellenar las macetas y plantación. Trabajan 2 personas en la producción, siendo una en jornada completa y otra a media jornada. Las dos personas son de la familia.

El sustrato utilizado es de la empresa Floragard, con proporción de turba rubia y turba negra de 80/20, con la incorporación de arcilla. El sustrato de la empresa Floragard tiene como principal componente la turba rubia extraída en tacos del norte de Alemania con aportación de arcilla (bentonita extra absorbente). Según el fabricante, las características químicas medias del sustrato son:

- pH (CaCl<sub>2</sub>) – 5,6;
- Salinidad(g/l) – 0,8;
- Nitrógeno – N- (mg/l) – 140;
- Fosforo - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(mg/l) – 80;
- Potasio – K<sub>2</sub>O (mg/l) – 190.



Por ser una cooperativa, con 65 productores asociadas, Agroflor cubre un abanico de especies producidas que supera las 100, repartidas en más de 4 hectáreas de producción. Los principales flores producidas son: Dianthus, Liliium, Statice y hojas verdes para arreglos. Las plantas ornamentales más importantes producidas por la cooperativa son: Plantas aromáticas, coníferas, arbustos, y plantas de temporada como **Fuchsia**, **Osteospermum**, **Pelargonium zonale**, **P. peltatum**, **Petunia hybrid**, **Calibrachoa ovalifolia**, **Chrysanthemum** y **Euphorbia**, todos propagadas a partir de esquejes y comercializadas en macetas de diámetros 13, 14, 17, 19 y 21. Las principales especies propagadas por semillas son **Petunia hybrid**, **Tagetes patula**, **T. erecta**, **Begonia semperflorens**, **Viola x wittrockiana**, **V. cornuta**, **Salvia**, **Vinca**, entre otras, que son cultivadas en macetas de 10,5 cm de diámetro.

La comercialización se realiza en la propia empresa en el Polígono A Gándara para mayoristas y minoristas, en un sistema de Cash & Carry. También hay venta al público en un Centro de Jardinería y distribución de flor cortada a nivel nacional y venta a grandes superficies.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **6** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **4** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Se puede observar que para la calidad de raíz se aprecia resultados con 76.67% de las raíces son de malas calidades. En la parte aérea y flor presenta un 100% en la calidad A2, regular y B, clasificada como una mala calidad (Tabla 49). Al analizar todo el conjunto de la planta y raíz podríamos afirmar que la planta estaría en una calidad mediana para la comercialización.

Tabla 49 - Calidad morfológica de la raíz y parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	30,00%	A1	0,00%	Flor	PA
6	46,67%	A2	93,33%	Diámetro (cm)	
8	23,33%	B	6,67%	8,4	12,6
10	0,00%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos  $W_v$ ,  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos para el

sustrato del productor 6 todos se encuentran dentro del rango óptimos según la bibliografía (Tabla 50).

Tabla 50 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 6

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Optimos
Volumen de agua-W <sub>v</sub> (%)	62.14	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire-A <sub>v</sub> (%)	29.80	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total-P <sub>s</sub> (%)	91.94	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula-P <sub>D</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.75	1,45-2,65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción-S (%)	19.69	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	141.24	

a: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad et al. (1992)

En el caso de la D<sub>M</sub>, W<sub>M</sub>, MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la Viola Wittrockiana, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que todos los resultados inicial y final, no presentaron grandes variaciones. La relación C/N supera los valores recomendados en los valores inicial y final y la CE supera los valores recomendados en el sustrato inicial (Tabla 51).

Tabla 51- Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 6

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores óptimos
Materia Seca-D <sub>M</sub>	59,57	42,30	
Humedad-W <sub>M</sub>	40,43	57,70	
Materia Orgánica-MO	88,50	88,30	
Ceniza	11,50	11,70	
Potencial Hidrogeno-pH	5,47	4,39	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica-CE (µS/cm)	379,00	283,67	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N	51,91	60,94	20-40 <sub>c</sub>

b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriels et al. (1984)

c: rango óptimo para C/N de acuerdo con Abad et al (1992)

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). El Nitrógeno Total(NO<sub>3</sub><sup>+</sup> + NH<sub>4</sub><sup>-</sup>), en el sustrato inicial; el Amonio(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), en los sustratos inicial y final; y el sodio(Na), en los sustratos inicial y final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores(Tabla 52).

En la mayoría de los elementos mayoritarios y minoritarios, con excepción de Sodio (Na), Cobre (Cu) y Boro(Bo), hubo una disminución en la concentración, que puede ser explicada debido la absorción para el crecimiento de la planta, desarrollo de la raíz y flores y/o por la lixiviación ocasionada por los riegos frecuentes.

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Tabla 52 – Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato–P6

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	116,7	9,7	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	2,7	1,7	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	4,0	2,5	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	24,2	7,8	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	5,4	1,6	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	10,7	14,9	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	34,6	25,0	-
<b>Elementos minoritarios µg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	292,3	272,0	-
<b>Manganeso-Mn</b>	98,9	19,2	-
<b>Cobre-Cu</b>	5,8	7,0	-
<b>Zinc-Zn</b>	65,2	50,4	-
<b>Boro-B</b>	54,7	227,0	-
<b>Cadmio-Cd</b>	0,2	0,1	-
<b>Plomo-Pd</b>	5,1	4,7	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar las flores, parte aérea y raíces, se observó que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor 6. Para los macronutrientes el orden de acumulación en g/kg de N, Ca y S fueron: parte aérea > raíz > flor. La acumulación de K fue parte aérea > flor > raíz. La acumulación de P y Mg fueron raíz > parte aérea > flor. Para los micronutrientes la acumulación de Mn, Fe y Zn fueron: parte aérea > raíz > flor. El orden de acumulación en Cu, fue raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de B fue flor > parte aérea > raíz. (Tabla 53).

Tabla 53 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz

Análisis Química	Flor	PA	Raíz
<b>g/Kg</b>			
Nitrógeno-N	19,03a	28,77b	22,00a
Potasio-K	24,93b	36,13c	18,97a
Fósforo-P	5,33a	5,87b	5,90b
Calcio-Ca	4,67a	12,23b	4,90a
Magnesio-Mg	2,97a	6,30b	8,00c
Azufre-S	2,03a	2,67b	2,63b
<b>mg/Kg</b>			
Boro-B	146,07c	67,33b	32,77a
Cobre-Cu	4,23a	4,33a	13,77b
Hierro-Fe	47,33a	67,67b	62,67b
Manganeso-Mn	97,00a	239,33b	125,33a
Zinc-Zn	52,87a	80,20b	59,50a

PA: Parte Aérea

Tabla 54 – Resumen Cuestionario – Productor Agroflor – Invernadero 6

Parámetros	Productor 6 - Agroflor - Invernadero - 6
Inicio de actividad	1990
Sup. Invernaderos	2.800 m <sub>2</sub>
Sup. Ext./Umbráculo	0
Unid. Año	20.000
Unid. Violas/año	4.000. 200 m de invernaderos
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Limonium, Dianthus y Impatiens hawkeri</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Viola x wittrockiana</i>
Nº esp. Producidas	4
Tipo de Invernaderos	Arcos Multituneles
Altura canalón	3,0 m
Cobertura	Polietileno
Estructura	Metálica
Ventilación	Lateral y frontal
Control Climático	No
Riego	Aspersión y gotero.
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Abono de liberación lenta y fertirrigacion.
Reservat. Agua	No
Disp. Cultivo	Mallas de cultivo en el suelo.
Calefacción	No utiliza
Sist. Trat. Fitosan.	Barras de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Floragard, con proporción de turba rubia y turba negra de 80/20, con la incorporación de arcilla
Análisis sustrato	pH y CE de forma ocasional
Tecnol. /autom.	Todo el proceso es manual
Equipo Trabajo	2 personas
Encargados/Famil.	2 de la familia
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Ingeniero Técnico de la Cooperativa Agroflor
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Informaciones de proveedores y del técnico de la cooperativa.
Comercialización	Cooperativa Agroflor
Nota Instal.	6
Nota capac. Técnica	4

#### 4.1.7 Productor Viveixas – Maria José Viqueira – P7

Vivero ubicado en el municipio de Romay, provincia de Pontevedra. Las instalaciones están a 71 m de altitud y coordenadas latitud 42°32'35.3"N y longitud 8°41'12.6"O.



Figura 49. Vista aérea de las instalaciones de Maria José Viqueira – Romay – Pontevedra

En el periodo de producción de la *Viola wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 13,34 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 138,6 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 72,4%. Periodo de 1971 a 2000 – Estación de Pontevedra. Fuente Agencia Estatal de Meteorología (<http://www.aemet.es>, 2014)

La empresa tiene 24 años de actividad en el sector ornamental. Ha empezado con la producción de flores cortadas y ha cambiado gradualmente para la producción de plantas ornamentales en macetas. También se dedica a venta y distribución a viveros de la zona. Por su origen como empresa familiar, fue creciendo en función de la disponibilidad de capital para inversión y de la demanda del mercado. Por la dificultad de obtener suelo agrícola para la instalación de invernaderos, las zonas de producción están repartidas de forma discontinua y los invernaderos están alejados unos de otros, adaptados a las dimensiones de las distintas fincas. Una característica interesante de esta empresa es que unos de los propietarios se han dedicado por muchos años a representar comercialmente una empresa de invernaderos, lo que ha

posibilitado en crecimiento de las instalaciones de la empresa, con invernaderos con un buen nivel tecnológico.



Figura 50. Vista de los invernaderos de cristal

Como la *Viola x wittrockiana* es una planta bastante resistente a bajas temperaturas, la área de producción de esta planta se conoce como “invernadero frío”, que son los invernaderos con mejor ventilación y sin calefacción.

La superficie total de producción de la empresa supera los 7.000 m<sup>2</sup>. Los invernaderos más nuevos son de cristal tipo capilla, unos 4.000 m<sup>2</sup> dedicados al cultivo de *Euphorbia* y otras especies de plantas de primavera, menos resistentes a las bajas temperaturas. En los invernaderos de cristal se utiliza calefacción a gas, principalmente en la producción de plantas más sensibles al frío. En estos invernaderos hay ventilación zenital, lateral y frontal.



Figura 51. Invernaderos de cristal. Detalle de las mesas de cultivo

En los invernaderos más antiguos, con altura que varía de los 2,0 a 3,0 m de pie derecho tienen cobertura de Polietileno se cultivan todas las demás especies. La superficie de invernaderos cubiertos con polietileno es de aproximadamente unos 3.000 m<sup>2</sup>. También la apertura y cierre de la ventilación zenital se hace con la utilización de sensores térmicos y de velocidad de viento.

Los invernaderos de producción utilizados para el cultivo de *Viola x wittrockiana* son de tipo Multituneles, con ventilaciones laterales y frontales. El control de intensidad de luz, se hace con pantallas térmicas y de sombreo, que tienen un sistema de cierre y apertura, condicionado por sensores de luz exteriores.



Figura 52. Invernaderos de producción de *Viola x wittrockiana*

El proceso de plantación está semi mecanizado con maquinaria para mezclar el sustrato y rellenar las macetas, aparte de hacer el agujero de plantación y cintas transportadoras por donde se mueven las plantas para que el personal pueda meterlas en el agujero en la maceta. Después que las macetas son acondicionadas en carros CC para que sean transportadas al invernadero de producción.

En el invernadero, las plantas están acondicionadas directamente en balsas de hormigón, que permiten el riego por inundación y también el abonado y eventuales tratamientos fitosanitarios. El agua de riego se va reciclando de las balsas que en la zona más alta del invernadero hasta las que están en la zona más baja. Este proceso puede aumentar el riesgo de contaminación de



hongos de cuello y raíz, como *Pythium* y *Phytophthora*. El sustrato utilizado es Gramoflor especial viveros. Con una mezcla 80/20 de turba rubia y turba negra y Gramofibre abonado con 1,0 kg/ m<sup>3</sup> de PG Mix. El pH medio del sustrato en CaCl<sub>2</sub> es de 5.8. A partir de la 3 semana de cultivo, el productor empieza con a añadir en el agua de riego, los abonos de floración, con una proporción entre Nitrógeno-Potasio de 1 /2.



Figura 53. Balsas de hormigón donde se cultivan y riegan por inundación las plantas

De manera general, los análisis de pH y Conductividad, son hechas por técnicos de las empresas de suministros, que en su caso, hacen las recomendaciones de los tratamientos fitosanitarios y de los abonados. Todos los tratamientos fitosanitarios y las aplicaciones de los abonos son de responsabilidad de la propietaria, Maria José Viqueira. Todos los tratamientos fitosanitarios se hacen con barra de presión y mochila, en concreto para a aplicación de reguladores.

Los abonos de liberación lenta son mezclados en el sustrato, para los cultivos de ciclos más largos. También se trabaja con fertirrigación, principalmente para incorporar abonos de floración ricos en Potasio.

Todo el proceso de formación y capacitación de la persona responsable por el vivero se hizo a partir de años de experiencia en el sector, intercambio de información con otras empresas de la zona, visitas a empresas de

suministros y proveedores de material vegetal y ferias del sector. En la empresa trabajan 6 personas siendo 3 de la propia familia.

Por ser una empresa que se dedica a la comercialización a nivel mayorista y minorista, en el vivero se cultiva más de 40 especies entre plantas de temporada y arbustivas. En total se cultivan al año unas 400.000 plantas, siendo unas 25.000 *Viola x wittrockiana*. Las principales especies multiplicadas por semillas, se cultivan en macetas de diámetro 10,5, tales como *Petunia hybrid*, *Viola x wittrockiana*, *Viola cornuta*, *Tagetes patula y erecta*, *Begonia semperflorens*, *Impatiens walleriana*, etc. Las principales especies multiplicadas por esquejes, son *Petunia hybrid*, *Impatiens hawkeri*, *Pelargonium zonale*, *Pelargonium peltatum*, *Cyclamen*, *Euphorbia* (Poinsettias), *Verbena hybrid*, etc. La mayoría de estas especies se cultivan en macetas de diámetro 13 y 14.

La comercialización se realiza en el propio vivero, a mayoristas y minoristas. También hay un sistema de reparto, con camiones propios a floristerías, centros de jardinería y tiendas de la provincia de Pontevedra. Eventualmente se hace la venta a otros viveros de la zona, que necesitan ampliar su abanico de artículos.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **6** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Se puede observar que para la calidad de raíz se aprecia resultados con 93,33% de las raíces con calidades entre 6 y 8. En la parte aérea y flor presenta un 100% en la calidad A1 y A2 (tabla 55). Al analizar todo el conjunto de la planta y raíz podríamos afirmar que la planta estaría en una calidad buena para la comercialización.

Tabla 55: Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	06,67%	<b>A1</b>	53,33%	<b>Flor</b>	<b>PA</b>
6	53,33%	<b>A2</b>	46,67%	Diámetro (cm)	
8	40,00%	<b>B</b>	0,00%	9,3	17,0
10	0,00%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos  $W_v$ ,  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de

acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos para el sustrato del productor 7 todos se encuentran dentro del rango óptimos según la bibliografía, con excepción del  $W_v$  que supera los rangos óptimos (tabla 56).

Tabla 56: Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 7

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Optimos
Volumen de agua- $W_v$ (%)	80,90	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire- $Av$ (%)	10,90	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total- $Ps$ (%)	91,80	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula- $P_D$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,74	1,45-2,65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción- $S$ (%)	26,45	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca- $DBD$ (Kg/m <sup>3</sup> )	142,63	

a: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

En el caso de la  $D_M$ ,  $W_M$ ,  $MO$ , ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la *Viola Wittrockiana*, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que todos los resultados inicial y final, no presentaron grandes variaciones. La CE en el sustrato inicial y final supera los valores óptimos indica por la bibliografía de Gabriel *et al.* (1984) (Tabla 57).

Tabla 57: Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 7

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores óptimos
Materia Seca- $D_M$	44,23	56,03	
Humedad- $W_M$	55,77	43,97	
Materia Orgánica- $MO$	89,10	90,63	
Ceniza	10,90	9,37	
Potencial Hidrogeno-pH	6,44	4,97	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica-CE (μS/cm)	1422,00	1713,33	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N	35,57	40,37	20-40 <sub>c</sub>

b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriel *et al.* (1984)

c: rango óptimo para C/N de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena *et al.* (2014). El Nitrógeno Total ( $NO_3^- + NH_4^+$ ), en el sustrato inicial; el Amonio ( $NH_4^+$ ), en los sustratos inicial y final; y el sodio (Na), en los sustratos inicial y final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (Tabla 58).

En la mayoría de los elementos mayoritarios y minoritarios, con excepción del Hierro (Fe), Boro (Bo), Cobre (Cu) y Plomo (Pb) hubo una

disminución en la concentración, que puede ser explicada debido la absorción para el crecimiento de la planta, desarrollo de la raíz y flores y/o por la lixiviación ocasionada por los riegos frecuentes. En el caso concreto de este vivero, la razón del aumento de las concentraciones, de los elementos citados anteriormente, se podría explicar debido a las aportaciones de abonos ricos en micronutrientes, realizadas al largo del ciclo de producción.

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Tabla 58: Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P7

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	131,2	77,6	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	0,2	0,1	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	13,9	5,2	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	49,6	19,6	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	9,3	7,4	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	21,3	18,1	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	97,6	67,2	-
<b>Elementos minoritarios µg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	11,6	25,4	-
<b>Manganeso-Mn</b>	4,1	0,9	-
<b>Cobre-Cu</b>	2,8	3,2	-
<b>Zinc-Zn</b>	25,4	12,4	-
<b>Boro-B</b>	42,7	49,0	-
<b>Cadmio-Cd</b>	0,2	0,2	-
<b>Plomo-Pd</b>	0,5	0,8	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor 7. Para los macronutrientes el orden de acumulación en g/kg de N, Ca y Mg fueron: parte aérea > raíz > flor. La acumulación de K fue parte aérea > flor > raíz. La acumulación de P fue raíces > parte aérea > flores. Para los micronutrientes la acumulación de Mn fue: parte aérea > raíz > flor. El orden de acumulación en Fe, Cu, Zn y S fueron raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de B fue: raíces > flores > parte aérea. (Tabla 59).

Tabla 59: Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz

Análisis Química	Flor	PA	Raíz
<b>g/Kg</b>			
Nitrógeno-N	24,93a	39,70c	28,43b
Potasio-K	33,47a	53,10b	32,60a
Fósforo-P	5,60a	8,30b	10,00b
Calcio-Ca	2,00a	10,67c	4,67b
Magnesio-Mg	2,00a	4,90b	4,43b
Azufre-S	2,17a	2,93b	3,33b
<b>mg/Kg</b>			
Boro-B	37,00a	31,10a	43,77a
Cobre-Cu	4,63a	5,40a	37,13b
Hierro-Fe	53,67a	65,67a	107,67a
Manganeso-Mn	35,67a	81,33b	47,00a
Zinc-Zn	55,43a	82,83a	158,57b

PA: Parte Aérea

Tabla 60 – Productor 7 – Maria José Viqueira – Invernadero 7

Parámetros	Productor 7 - Maria J. Viqueira Invernadero - 7
Inicio de actividad	1991
Sup. Invernaderos	7.000 m <sub>2</sub>
Sup. Ext./Umbráculo	0
Unid. Año	400.000
Unid. Violas/año	25.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Impatiens walleriana</i> , <i>Begonia semperflorens</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Tagetes patula</i> , <i>T. erecta</i> y <i>Viola x wittrockiana</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Impatiens hawkeri</i> , <i>Euphorbia</i> , <i>Verbena hybrid</i>
Nº esp. Producidas	Más de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Arcos multituneles y capilla(invernadero de cristal)
Altura canalón	Capilla - 4,0 m multituneles de 2,0 a 3,5 m
Cobertura	Polietileno y cristal
Estructura	Metálica
Ventilación	Lateral, frontal, zenital y forzada.
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión, gotero e inundación
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Liberación lenta y fertirrigacion.
Reservat. Agua	Si
Disp. Cultivo	El balsas de hormigón en el suelo, en mallas y mesas metálicas
Calefacción	Gasoil
Sist. Trat. Fitosan.	Barras de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Gramoflor especial viveros. Con una mezcla 80/20 de turba rubia y turba negra y Gramofibre abonado con 1,0 kg/ m <sup>3</sup> de PG Mix
Análisis sustrato	pH y CE de forma ocasional, realizada por los técnicos de los proveedores.
Tecnol. /autom.	Plantación semi mecanizada. Cintas transportadoras Programa control climático Mezcladora de sustrato.
Equipo Trabajo	6
Encargados/Famil.	3 personas de la familia
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Ferias y exposiciones Informaciones de proveedores
Comercialización	Floristerías, Centros de Jardinería y mayoristas.
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	6

#### 4.1.8 Productor Viveros Casa Xardin – P8

Vivero ubicado en el municipio de Barro, perteneciente a la provincia de Pontevedra a 106 m de altitud y coordenadas: Latitud 42°30'53.15" N y Longitud 8°39'28.32"O.



Figura 54. Vista aérea de las instalaciones de Viveros Casa Xardin – Barro - Pontevedra

En el periodo de producción de la *Viola x wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 13,34 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 138,6 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 72,4%. Periodo de 1971 a 2000 – Estación de Pontevedra. Fuente Agencia Estatal de Meteorología (<http://www.aemet.es>, 2014)

Empresa con más de 25 años de actividad, dedicada a la producción, importación y comercio mayorista y minorista. A parte de producción propia, complementa sus necesidades comprando plantas a otras empresas de la zona y también importa de Holanda.

Las instalaciones de producción suman un total de unos 4.000 m de invernaderos tipo multituneles, de 4,5 m de pie derecho, con ventilación cenital y lateral, sin pantalla de sombreado. Los invernaderos están cubiertos con filme de polietileno. El control de intensidad de luz, se hace utilizando la pintura en el plástico, en las fechas de mayor intensidad de luz. El proceso de plantación se hace de forma manual. El vivero está poco mecanizado.



Figura 55. Vista general de las instalaciones de producción

Las mejores instalaciones son las de comercialización, que son invernaderos de cristal, de 1.615 m<sup>2</sup>, con pantalla térmica y de sombreo, también se utiliza calefacción a gasoil en el invierno. Las plantas están acondicionadas en mesas de aluminio. El invernadero de cristal es un poco más bajo y tiene 3,5 m de pie derecho hasta el canalón. Toda la ventilación en las instalaciones de producción se hace por la ventilación zenital, frontal y lateral.



Figura 56. Foto de los invernaderos de cristal



En el invernadero de producción, las plantas están acondicionadas directamente en mallas de cultivo en el suelo, el riego se hace por aspersión en todo el ciclo de cultivo, lo que dificulta una buena calidad del producto final, en concreto en el momento de formación de las flores. Toda el agua de riego viene de pozo artesiano y también hay recogida parcial del agua de la lluvia.



Figura 57. Detalle de la ventilación zenital

El sustrato utilizado es Gramoflor especial viveros. Con una mezcla 80/20 de turba rubia y turba negra y Gramofibre abonado con 1,0 kg/ m<sup>3</sup> de PG Mix. El pH medio del sustrato en CaCl<sub>2</sub> es de 5.8 (datos suministrados por el proveedor). De manera general no se hacen mediciones de pH y conductividad al largo del ciclo de cultivo. Eventualmente se hacen estas análisis, pero por iniciativa de los técnicos de los proveedores. El productor suele complementar el abonado con formulación de floración (alta concentración de K), a partir de la 4<sup>o</sup> semana del ciclo de cultivo.

Todos los tratamientos de fungicidas e insecticidas se hacen por la propietaria, utilizando barra de tratamiento, a partir de las recomendaciones específicas de los técnicos que suministran los productos fitosanitarios. Se utiliza barra de presión para los tratamientos.

Se producen unas 30 especies distintas en la zona de producción, siendo la mayoría de las especies propagadas por semillas, como ***Viola x***

*wittrockiana*, *Petunia hybrid*, *Begonia semperflorens*, *Tagetes patula*, *Impatiens walleriana*, se cultivan en maceta de diámetro 10,5. La mayoría de las especies propagadas por esquejes, como *Petunia hybrid*, *Pelargonium zonale*, *P peltatum*, *Verbena hybrid*, *Calibrachoa ovalifolia*, *Impatiens hawkeri*, entre otras, son producidas en macetas de diámetro 13 cm.

La empresa es administrada por la propietaria, Valentina Diéguez, que es la responsable de todas las tareas de producción y comercialización. En total trabajan en la producción 3 personas. Toda la formación se ha adquirido a partir de los años de experiencia, visitas a ferias del sector, visita a otros viveros y asesoramiento de técnicos exteriores a la empresa. De manera general se detectan diversas carencias a nivel de formación técnica del equipo de trabajo.

El asesoramiento técnico de la producción se hace a partir de visitas de los técnicos de las empresas de suministros y material vegetal. No se envían con regularidad muestras de agua y sustratos para análisis.

La comercialización se hace en el propio vivero en el invernadero de cristal. También hay un sistema de reparto para los clientes de la zona, que en su mayoría son floristerías y centros de jardinería. En algunos momentos, cuando hay exceso de producción, se hace la venta empresas mayoristas.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **6** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **6** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Se puede observar que para la calidad de raíces se aprecia resultados con 76,67% de las raíces con calidades entre 6 y 8. En la parte aérea y flor presenta un 86,67% en la calidad B (Tabla 61). Al analizar todo el conjunto de la planta y raíz podríamos afirmar que las plantas tendrían en una mala calidad para la comercialización.

Tabla 61: Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	23,33%	<b>A1</b>	0,00%	<b>Flor</b>	<b>PA</b>
6	50,00%	<b>A2</b>	13,33%	Diámetro (cm)	
8	26,67%	<b>B</b>	86,67%	7,3	10,8
10	0,00%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos  $W_v$ ,  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  para el sustrato del productor 8 se encuentran dentro del rango óptimos según la bibliografía, en el caso del  $W_v$  es inferior y  $A_v$  es superior, a los rangos óptimos. (Tabla 62).

Tabla 62: Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 8

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Optimos
Volumen de agua- $W_v$ (%)	49,82	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire- $A_v$ (%)	44,57	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total- $P_s$ (%)	94,38	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula- $P_D$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,724	1,45-2,65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción- $S$ (%)	23,14	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	96,82	

a: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

En el caso de la  $D_M$ ,  $W_M$ ,  $MO$ , ceniza,  $pH$ ,  $CE$ , relación  $C/N$ , fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la *Viola Wittrockiana*, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que los parámetros  $D_M$ ,  $W_M$ ,  $pH$  y  $CE$ , los resultados inicial y final, presentaron variaciones. (Tabla 63).

Tabla 63: Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 8

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores óptimos
Materia Seca- $D_M$	32,37	62,12	
Humedad- $W_M$	67,63	37,88	
Materia Orgánica- $MO$	88,90	92,63	
Ceniza	10,10	7,37	
Potencial Hidrogeno- $pH$	6,50	5,72	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica- $CE$ ( $\mu S/cm$ )	405,00	289,47	200-425 <sub>b</sub>
Relación $C/N$	48,72	53,02	20-40 <sub>c</sub>

b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriel *et al.* (1984)

c: rango óptimo para  $C/N$  de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). El Nitrógeno Total ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ), en el sustrato inicial; el Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), en los sustratos inicial y final; y el sodio (Na), en los sustratos inicial y final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (Tabla 64).

En la mayoría de los elementos mayoritarios y minoritarios, con excepción del Amonio( $\text{NH}_4^+$ ), Hierro (Fe), Manganeso(Mn), Cobre (Cu), Zinc(Zn) y Plomo (Pb) hubo una disminución en la concentración, que puede ser explicada debido la absorción para el crecimiento de la planta, desarrollo de la raíz y flores y/o por la lixiviación ocasionada por los riegos frecuentes. En el caso concreto de este vivero, la razón del aumento de las concentraciones, de los elementos citados anteriormente, con excepción del Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) se podría explicar debido a las aportaciones de abonos ricos em micronutrientes, realizadas al largo del ciclo de producción.

Tabla 64: Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P8

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Ntotal(<math>\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+</math>)</b>	110,0	10,0	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - <math>\text{NH}_4^+</math></b>	0,0	1,7	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	8,7	1,4	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	37,8	2,6	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	7,2	2,0	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	18,9	10,2	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – <math>\text{SO}_4^{2-}</math></b>	74,8	29,2	-
<b>Elementos minoritarios <math>\mu\text{g.l}^{-1}</math></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	13,7	82,40	-
<b>Manganeso-Mn</b>	2,7	5,9	-
<b>Cobre-Cu</b>	0,9	7,3	-
<b>Zinc-Zn</b>	16,8	39,7	-
<b>Boro-B</b>	25,1	21,8	-
<b>Cadmio-Cd</b>	0,0	0,0	-
<b>Plomo-Pd</b>	< 0,5	1,0	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, se puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor 8. Para los macronutrientes el orden de acumulación en g/kg de N, P, Ca y Mg fueron: parte aérea > raíz > flor. La

acumulación de K, fueron parte aérea > flor > raíz. Para los micronutrientes la acumulación de Mn y Zn fue: parte aérea > raíz > flor. El orden de acumulación en Cu, fue raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de B fue Flor > parte aérea > raíces. La acumulación de Fe fue: raíz > flor > parte aérea. (Tabla 65).

Tabla 65: Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea (PA), flor y raíz

Análisis Química	Flor	PA	Raíz
	<b>g/Kg</b>		
<b>Nitrógeno-N</b>	15,03a	17,67b	16,30ab
<b>Potasio-K</b>	15,07a	20,03a	7,33a
<b>Fósforo-P</b>	2,97a	3,13a	2,20a
<b>Calcio-Ca</b>	4,63a	11,53b	4,87a
<b>Magnesio-Mg</b>	3,80a	11,03a	8,00a
<b>Azufre-S</b>	1,47a	1,93a	1,73a
	<b>mg/Kg</b>		
<b>Boro-B</b>	62,83b	29,33a	20,93a
<b>Cobre-Cu</b>	1,43a	2,37a	11,20b
<b>Hierro-Fe</b>	32,33a	52,33a	41,33a
<b>Manganeso-Mn</b>	60,67a	125,33a	46,67a
<b>Zinc-Zn</b>	42,10a	68,50a	40,30a

PA: Parte Aérea

Tabla 66 – Resumen de Cuestionario – Productor 8 – V. C. Xardin – Inv. 8

Parámetros	Productor 8 - Viveiros Casa Xardin - Invernadero 8
Inicio de actividad	1991
Sup. Invernaderos	1.615 m <sub>2</sub> - Invernadero de cristal y 4.000 m <sub>2</sub> en el invernadero producción
Sup. Ext./Umbráculo	300 m <sub>2</sub>
Unid. Año	120.000
Unid. Violas/año	6.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Impatiens hawkeri</i> , <i>Calibrachoa ovalifolia</i> , <i>Verbena hybrid</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Impatiens walleriana</i> , <i>Begonia semperflorens</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Tagetes patula</i> , <i>T. erecta</i> y <i>Viola x wittrockiana</i>
Nº esp. Producidas	Más de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Invernadero de cristal tipo capilla. Arcos Multituneles
Altura canalón	Invernadero de cristal: 2,5 a 3,0 m. Invernaderos de plástico 4,0 - 4,5 m
Cobertura	Cristal y polietileno
Estructura	Metálica
Ventilación	Frontal, zenital y forzada en el invernadero de cristal.
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión
Agua Riego	Pozo y recogida de agua de lluvia
Fertilización	Liberación lenta y fertirrigacion.
Reservat. Agua	No
Disp. Cultivo	Mallas de cultivo en suelo y mesas metálicas
Calefacción	Gasoil en invernadero de cristal
Sist. Trat. Fitosan.	Barras de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Gramoflor especial viveros. Con una mezcla 80/20 de turba rubia y turba negra y Gramofibre abonado con 1,0 kg/ m <sup>3</sup> de PG Mix
Análisis sustrato	pH y CE de forma ocasional, realizada por los técnicos de los proveedores.
Tecnol. /autom.	Mezcladora de sustratos control climático.
Equipo Trabajo	3
Encargados/Famil.	1
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Revistas técnicas. Ferias y exposiciones Informaciones de proveedores
Comercialización	Floristerías, Centros de Jardinería y agros
Nota Instal.	6
Nota capac. Técnica	4

#### 4.1.9 Productor Viveros Curras – P9

Vivero ubicado en el municipio de Portas, localizado a 20 km de la ciudad de Pontevedra, provincia de Pontevedra a 33 m de altitud media. Las coordenadas del vivero son latitud 42° 35' 03.7" N y longitud. 8° 39' 32,4" O.



Figura 58. Vista aérea de las instalaciones de Viveros Curras – Portas - Pontevedra

En el periodo de producción de la *Viola x wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 13,34 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 138,6 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 72,4%. Periodo de 1971 a 2000 - Estación de Pontevedra. Fuente Agencia Estatal de Meteorología (<http://www.aemet.es>, 2014).

Empresa familiar con más de 30 años de actividad en la horticultura ornamental. La superficie de producción es alrededor de 7.500 metros cuadrados, de superficie cubierta, repartidos en distintas áreas de producción en invernaderos tipo Multituneles. También hay unos 20.000 m<sup>2</sup> de producción de exterior. Las nuevas instalaciones tienen entre 4,5 de pie derecho, con ventilaciones laterales y zenitales. Los invernaderos más antiguos solo tienen ventilación lateral y una altura de 2,5 – 3,0 m hasta el canalón (los más antiguos son los más bajos). Todos los invernaderos están cubiertos por polietileno. Las instalaciones se fueron ampliando en función de las necesidades del mercado y conviven en el mismo vivero las primeras instalaciones bastante sencillas, con los invernaderos nuevos y modernos.

El control de climatología se realiza de forma manual a partir de mediciones de temperatura y humedad. En los invernaderos nuevos hay sensores climatológicos, o sea todo el control climático es automático. Los invernaderos nuevos tienen el cierre lateral con chapas de policarbonato.

Todos los cultivos se hacen directamente en el suelo, en balsas de hormigón, y el riego se hace por inundación, reciclando el agua de una balsa a otra. En la irrigación se mezcla en abono y se hace fertirrigación. La calefacción se utiliza para controlar las heladas, más que para el cultivo de las plantas. El combustible utilizado en la calefacción es el gasoil. En la actualidad, el cliente tiene unos 1.000 m<sup>2</sup> con calefacción.



Figura 59. Detalle de la producción de las plantas en balsas de hormigón

El sustrato utilizado es Gramoflor especial vivero. Esta empresa ya suministra una formulación ya preparada para las necesidades de los cultivos, con una mezcla de Turba Rubia 80% y Turba Negra 20%. De manera general no se hacen análisis rápidos en el propio vivero para monitorear el pH y conductividad. El sistema de riego en las primeras semanas es por aspersión hasta que las plantas tengan el sistema radicular bien desarrollado. A partir de esta fase las plantas se riegan por inundación en las balsas de hormigón y el mismo riego se añade abono por fertirrigación. Solo en la producción en los invernaderos nuevos se riega por goteo. El agua de riego viene de un pozo artesiano.





Figura 60. Producción en los invernaderos nuevos y riego por goteo

Todos los tratamientos y aplicaciones de fungicidas insecticidas se realizan por el propietario, utilizando barras de pulverización. Para determinadas enfermedades fúngicas, se utilizan fungicidas sistémicos en el riego.

Como la mayoría de los viveros, la plantación de se hace forma semi mecanizada, con una máquina que rellena las macetas se plantan de forma manual.



Figura 61. Detalle de la zona de plantación de macetas

En este vivero se cultivan más de 40 especies de ornamentales, con una producción anual de unas 250.000 plantas. Frutales y arbustivas se cultivan en macetas de 3,0 a 10,0 l. Las plantas de temporada se cultivan en macetas de 10,5 cm como *Viola x wittrockiana*, *Viola cornuta*, *Tagetes patula*, *T. erecta*, *Petunia hybrid*, Begonia *semperflorens* y *Impatiens walleriana*, multiplicadas a partir de semillas. Plantas multiplicadas a partir de esquejes se cultivan en macetas de 13 cm y son plantas de un mayor valor comercial como *Pelargonium zonale*, *P. peltatum*, *Petunia hybrid*, *Verbena hybrid*, *Impatiens hawkeri*, entre otras. Las macetas 19 y 21 cm para crisantemos plantas estas multiplicadas a partir de esquejes.

La empresa es de origen familiar y las tareas son repartidas entre los propietarios y colaboradores contratados. En total trabajan 6 personas en la empresa, siendo 3 de la propia familia. No hay formación técnica en el equipo de trabajo. Toda la formación se ha adquirido a partir de los años de experiencia, visitas a ferias del sector, visita a otros viveros y asesoramiento de técnicos exteriores a la empresa. Siguen un modelo de negocio muy parecido a la mayoría de las empresas gallegas.

Cuentan con el asesoramiento técnico de las empresas de suministros y proveedoras de material vegetal, que visitan periódicamente al vivero. No tienen la costumbre de enviar sustrato y material vegetal a laboratorios de análisis. Eventualmente estos análisis son realizados por los propios proveedores de material vegetal y sustrato.

La parte mayor parte de la producción se comercializa directamente por los propietarios en ferias y mercados, directamente a los consumidores finales, lo que les permite tener un mejor margen comercial. Hay venta a mayoristas, floristerías y centros de jardinería con la entrega realizada por el propietario, en camión da la empresa.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **6** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Se puede observar que para la calidad de raíz se aprecia resultados con 90,00% de las raíces con calidades entre 6 y 8. En la parte aérea y flor presenta un 100% en la calidad A1 (Tabla 67). Al analizar todo el conjunto de

la planta y raíz podríamos afirmar que la planta estaría en una calidad buena para la comercialización.

Tabla 67: Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	0,00%	A1	100,00%	Flor	PA
6	43,33%	A2	0,00%	Diámetro (cm)	
8	46,67%	B	0,00%	8,1	22,0
10	10,00%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos  $W_v$ ,  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos para el sustrato del productor 9 todos se encuentran dentro del rango óptimos según la bibliografía (Tabla 68).

Tabla 68: Valores determinados y rango óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 9

Propiedades Físicas	Resultados	Rango Óptimos
Volumen de agua- $W_v$ (%)	57,41	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire- $A_v$ (%)	36,43	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total- $P_s$ (%)	93,84	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula- $P_D$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,81	1,45-2,65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción- $S$ (%)	23,10	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	111,48	

a. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

En el caso de la  $D_M$ ,  $W_M$ , MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la *Viola x wittrockiana*, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que todos los resultados inicial y final, no presentaron grandes variaciones. La CE en el sustrato inicial y final supera los valores óptimos indica por la bibliografía de Gabriel *et al.* (1984) (Tabla 69).

Tabla 69: Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 9

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores óptimos
Materia Seca- $D_M$	51,40	66,85	
Humedad- $W_M$	48,60	33,15	
Materia Orgánica-MO	85,70	84,67	
Ceniza	14,30	15,33	
Potencial Hidrogeno-pH	6,41	6,04	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica-CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	1425,00	1191,33	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N	36,02	39,06	20-40 <sub>c</sub>

*b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriels et al. (1984)  
C: rango óptimo para C/N de acuerdo con Abad et al (1992)*

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). El Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), en el sustrato final y el sodio (Na), en los sustratos inicial y final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (Tabla 70).

En la mayoría de los elementos mayoritarios y minoritarios, con excepción del Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Boro (Bo), hubo una disminución en la concentración, que puede ser explicada debido la absorción para el crecimiento de la planta, desarrollo de la raíz y flores y/o por la lixiviación ocasionada por los riegos frecuentes

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Por los elevados niveles del Nitrógeno Total ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ), y también por las altas conductividades eléctricas (CE), tanto en el sustrato inicial como en el final, se puede concluir que el vivero el cuestión está sobre abonando el sustrato.

Tabla 70: Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P9

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	310,7	301,7	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	52,7	17,4	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	21,3	18,0	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	94,7	57,5	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	10,3	14,4	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	17,3	28,9	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	188,0	177,0	-
<b>Elementos minoritarios µg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	119,8	52,0	-
<b>Manganeso-Mn</b>	167,8	128,2	-
<b>Cobre-Cu</b>	11,8	7,8	-
<b>Zinc-Zn</b>	180,6	114,0	-
<b>Boro-B</b>	116,5	124,0	-
<b>Cadmio-Cd</b>	1,1	0,6	-
<b>Plomo-Pd</b>	12,4	6,3	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al.(2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, se puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor 9. Para los macronutrientes el orden de acumulación en g/kg de N, Ca y Mg fueron: parte aérea > raíz > flor. La acumulación de K fue parte aérea > flor > raíz. La acumulación de P y S fueron raíces > parte aérea > flores. Para los micronutrientes la acumulación de Mn fue: parte aérea > flores > raíces. El orden de acumulación en Cu fue raíces > parte aérea > flor. El orden de acumulación de B fue flor > raíz > parte aérea. La acumulación de Fe y Zn fueron: raíces > flor > parte aérea. (Tabla 71).

Tabla 71: Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea (PA), flor y raíz

Análisis Química	Flor	PA	Raíz
<b>g/Kg</b>			
Nitrógeno-N	25,07a	43,77b	29,80a
Potasio-K	24,90b	45,30c	13,87a
Fósforo-P	4,90a	5,97a	6,13a
Calcio-Ca	3,93a	9,70b	4,77a
Magnesio-Mg	2,87a	4,80b	4,33b
Azufre-S	2,37a	3,27b	3,03b
<b>mg/Kg</b>			
Boro-B	55,67b	32,30a	29,77a
Cobre-Cu	3,00a	3,93a	13,60b
Hierro-Fe	48,33a	58,00a	79,00b
Manganeso-Mn	79,33a	188,67b	69,00a
Zinc-Zn	38,97a	36,03a	51,37b

PA: Parte Aérea

Tabla 72 – Resumen de Cuestionario – Productor 9 – V. Curras – Inv. 9

Parámetros	Productor 9 - Viveiros Curras - Invernadero 9
Inicio de actividad	1985
Sup. Invernaderos	7.500 m <sub>2</sub> de invernaderos
Sup. Ext./Umbráculo	20.000 m <sub>2</sub> de exterior
Unid. Año	250.000
Unid. Violas/año	7.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Impatiens hawkeri</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Calibrachoa ovalifolia</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Impatiens walleriana</i> , <i>Begonia semperflorens</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Tagetes patula</i> , <i>T. erecta</i> y <i>Viola x wittrockiana</i>
Nº esp. Producidas	Más de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Multicapilla de Arcos y Multituneles
Altura canalón	Invernaderos nuevos- 4,0m y antiguos de 2,5 a 3,0m.
Cobertura	Polietileno y laterales de policarbonato( Invernaderos nuevos)
Estructura	Metálica
Ventilación	Lateral y zenital
Control Climático	Automático
Riego	Aspersión, Gotero e inundación
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Liberación lenta y fertirrigacion.
Reservat. Agua	Si
Disp. Cultivo	Mallas de cultivo y canteros de hormigón
Calefacción	Gasoil
Sist. Trat. Fitosan.	Ultra bajo volumen, barra de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Gramoflor especial vivero con una mezcla de turba Rubia 80% y turba Negra 20%
Análisis sustrato	pH y CE de forma ocasional, realizada por los técnicos de los proveedores.
Tecnol. /autom.	Control climático automatizado. Plantación semi-mecanizada y cintas transportadoras
Equipo Trabajo	6
Encargados/Famil.	3 familia
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Informaciones de proveedores, visitas a otros viveros, ferias y exposiciones
Comercialización	Ferias y mercados al público. Centros de jardinería y floristerías. Ventas a mayoristas
Nota Instal.	8 a 10
Nota capac. Técnica	6

#### 4.1.10 Productor Viveros Torres – P10

Vivero ubicado en Oubiña - Cambados, municipio cercano a la ciudad de Pontevedra, provincia de Pontevedra a 28 m de altitud media a la latitud 42° 32' 00.8" N y longitud. 8° 45' 56.0" O.



Figura 62. Vista aérea de las instalaciones de Viveros Torres – Oubiña – Pontevedra.

En el periodo de producción de la *Viola wittrockiana* que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 13,34 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 138,6 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 72,4%. Periodo de 1971 a 2000 - Fuente Agencia Estatal de Meteorología (<http://www.aemet.es>, 2014).

Empresa con más de 25 años de actividad en la horticultura ornamental. La superficie de producción es alrededor de 3.500 metros cuadrados, repartidos en distintas áreas de producción en invernaderos tipo Multituneles, de estructura metálica, cubiertos de filme de polietileno, entre 2,5 y 3,0 metros de pie derecho, con ventilaciones laterales y frontales. Por ser una empresa familiar, las ampliaciones se realizaron en función del crecimiento del mercado, por lo tanto hay distintas estructuras de producción en el vivero. Todo el control de climatología se realiza de forma manual a partir de mediciones de temperatura y humedad.





Figura 63. Vista general de los invernaderos de producción

Las plantas están cultivadas directamente en mesas de cultivos metálicas en invernadero de producción de *Viola x wittrockiana*. Algunos cultivos se hacen directamente en el suelo, en balsas de hormigón, en las instalaciones más antiguas, como la producción de crisantemos para Los Santos. Todos los cultivos se realizan sin calefacción.



Figura 64. Mesas móviles de producción

El sustrato utilizado es de la empresa Pindstrup, formulación número 51819. 10% perlita. Se añade 4,5 g/litro de sustrato del abono de liberación lenta Osmocote Plus 15-9-12 + 2,5 MgO de 5 - 6 meses de liberación. De manera general no se hacen análisis rápidos en el propio vivero para controlar el pH y conductividad. El sistema de riego en las primeras semanas es por aspersión hasta que las plantas tengan el sistema radicular bien desarrollado. A partir de esta fase las plantas se riegan por inundación. El agua de riego viene de un pozo artesiano. El abonado de floración, con alta concentración de K, se realiza a partir de la fertirrigación por inundación.

Todos los tratamientos de fungicidas e insecticidas se hacen con la utilización de sistema de barras de presión. En casos muy específicos, se utiliza insecticidas y fungicidas en riego. Todos los tratamientos se realizan por el propietario.

De manera general, no se realizan análisis de los sustratos de cultivo, en casos concretos se hacen análisis de pH y conductividad. Se realizan análisis periódicos del agua de riego.

Parte del proceso de plantación es semi mecanizado, con una máquina que rellena las macetas y cintas transportadoras. La mayor parte del proceso se realiza de forma manual por la propia familia.



Figura 65. Sistema de plantación de Viveros Torres

En los viveros se cultivan más de 30 especies de ornamentales, en su mayoría plantas de temporada en macetas de 10,5 cm como, *Viola x wittrockiana*, *Tagetes patula*, *Petunia hybrid*, *Gazania* y *Begonia semperflorens*, multiplicadas a partir de semillas y macetas de 13 cm para plantas de un mayor valor como *Pelargonium zonale*, *Petunia hybrid*, *Impatiens hawkeri*, *Calibrachoa ovalifolia* y *Chrysanthemum*, plantas estas multiplicadas a partir de esquejes.

La mano de obra es familiar. Las tareas son repartidas entre los propietarios. En total trabajan 2 personas en la empresa. No hay formación técnica en el equipo de trabajo. Toda la formación se ha adquirido a partir los años de experiencia y también de lectura de artículos, visitas a ferias del sector, visita a otros viveros y asesoramiento de técnicos exteriores a la empresa. Siguen un modelo muy parecido a la mayoría de las empresas gallegas.

También cuentan con apoyo técnico es dado por las empresas proveedoras de material vegetal y suministros, a partir de visitas, llamadas telefónicas y envío de información técnica por correos electrónicos.

La parte mayor parte de la producción se comercializa directamente por los dos propietarios en ferias y mercados, directamente a los consumidores finales, lo que les permite tener un mejor margen comercial. Hay venta directa al público en el vivero, pero un pequeño porcentaje del total comercializado. El volumen total de producción es de aproximadamente unas 120 – 150.000 plantas al año.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **6** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Se puede observar que para la raíz aprecia resultados con 50% de las raíces tiene poca calidad y 50% con buenas calidades. En la parte aérea y flor presenta un 63.33% en la calidad A1 y A2, clasificada como una buena calidad (Tabla 73). Al analizar todo el conjunto de la planta y raíz podríamos afirmar que la planta estaría en una calidad buena para la comercialización.

Tabla 73 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	16,67%	A1	53,33%	Flor	PA
6	33,33%	A2	10,00%	Diámetro (cm)	
8	36,67%	B	36,67%	7,0	16,5
10	13,33%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos  $W_v$ ,  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos para el sustrato del productor 10 todos se encuentran dentro del rango óptimos según la bibliografía (Tabla 74).

Tabla 74 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 10

Propiedades Físicas	Resultados	Rango Optimos
Volumen de agua- $W_v$ (%)	66,80	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire- $A_v$ (%)	26,85	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total- $P_s$ (%)	93,65	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula- $P_D$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,75	1,45-2.65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción- $S$ (%)	27,27	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	111,46	

a. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

En el caso de la  $D_M$ ,  $W_M$ , MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la *Viola Wittrockiana*, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que todos los resultados inicial y final, no presentaron grandes variaciones, con excepción de la CE que los valores encontrados al final, fueron el doble del antes del plantío, esto se puede explicar debido al aumento de las concentraciones de sales debido al abonado. La CE y relación C/N superan los valores óptimos recomendados en el sustrato final (tabla 75).

Tabla 75 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 10

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores óptimos
Materia Seca-D <sub>M</sub>	44,73	52,57	
Humedad-W <sub>M</sub>	55,27	47,43	
Materia Orgánica-MO	88,30	86,83	
Ceniza	11,70	13,17	
Potencial Hidrogeno-pH	5,18	5,30	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica-CE (μS/cm)	1362,00	2285,67	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N <sub>i</sub>	38,13	46,69	20-40 <sub>c</sub>

*b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriel et al. (1984)  
c: rango óptimo para C/N, de acuerdo con Adad et al., (1992)*

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). Solamente el Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), y el sodio (Na); en los sustratos inicial y final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (Tabla 76).

En la gran mayoría de los elementos mayoritarios y minoritarios, con excepción del Sodio (Na), hubo una disminución en la concentración, que puede ser explicada debido la absorción para el crecimiento de la planta, desarrollo de la raíz y flores y/o por la lixiviación ocasionada por los riegos frecuentes.

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Tabla 76 – Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P10

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	407,30	93,45	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	3,30	1,48	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	18,90	6,36	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	86,80	13,80	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	12,40	5,84	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	10,70	15,80	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	94,6	71,03	-
<b>Elementos minoritarios µg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	508,0	62,0	-
<b>Manganeso-Mn</b>	206,8	13,20	-
<b>Cobre-Cu</b>	29,50	11,22	-
<b>Zinc-Zn</b>	141,80	66,40	-
<b>Boro-B</b>	80,10	49,30	-
<b>Cadmio-Cd</b>	0,60	0,32	-
<b>Plomo-Pb</b>	6,30	2,83	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor 10. Para los macronutriente el orden de acumulación en g/kg de N, K y P fueron: parte aérea > flor > raíz. La acumulación de Ca fue: parte aérea > raíz > flor y la del Mg y S fue raíz > parte aérea > flor. Para los micronutriente el orden de acumulación en mg/kg de B fue flor > parte aérea > raíz. La acumulación en Cu, Fe y Zn fueron raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de Mn fueron parte aérea > raíz > flor (Tabla 77).

Tabla 77 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz

Análisis Químicas	Flor	PA	Raíz
<b>g/Kg</b>			
<b>N</b>	28,63a	29,40a	23,20a
<b>K</b>	22,83b	36,93c	7,40a
<b>P</b>	4,30a	5,43b	4,07a
<b>Ca</b>	4,30a	10,00b	7,50ab
<b>Mg</b>	3,00a	5,27b	7,40c
<b>S</b>	1,80a	2,23b	2,40b
<b>mg/Kg</b>			
<b>B</b>	58,97b	31,93a	31,47a
<b>Cu</b>	2,77a	3,67a	18,13b
<b>Fe</b>	37,67a	48,00a	104,67b
<b>Mn</b>	62,00a	145,33b	81,67a
<b>Zn</b>	48,47a	65,70b	111,37c

PA: Parte Aérea

Tabla 78 – Resumen de Cuestionario – V. Torres – Invernadero 10

Parámetros	Productor 10 - Viveiros Torres - Invernadero 10
Inicio de actividad	1990
Sup. Invernaderos	3.500 m <sub>2</sub>
Sup. Ext./Umbráculo	0
Unid. Año	120.000
Unid. Violas/año	5.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Impatiens hawkeri</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Verbena hybrid</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Impatiens walleriana</i> , <i>Begonia semperflorens</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Gazania</i> y <i>Viola x wittrockiana</i>
Nº esp. Producidas	Más de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Multituneles
Altura canalón	2,5 m
Cobertura	Polietileno
Estructura	Metálica
Ventilación	Lateral y frontal
Control Climático	No
Riego	Aspersión e inundación
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Liberación lenta y fertirrigacion.
Reservat. Agua	Si
Disp. Cultivo	Mallas de cultivo y mesas metálicas
Calefacción	No utiliza
Sist. Trat. Fitosan.	Barra de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Pindstrup, formulación número 51819. 10% perlita.
Análisis sustrato	pH y CE de forma ocasional, realizada por los técnicos de los proveedores.
Tecnol. /autom.	Plantación semi-mecanizada y cintas transportadoras
Equipo Trabajo	2
Encargados/Famil.	2
Formación Encarg.	No hay nadie con formación técnica
Asesoría Tecn.	Técnicos de empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Informaciones de proveedores, visitas a otros viveros, ferias y exposiciones
Comercialización	Ferias y mercados al público. Centros de jardinería y floristerías. Ventas a mayoristas
Nota Instal.	8 a 6
Nota capac. Técnica	6



#### 4.1.11 Productor Joaquim da Silva Cardoso – P11

Vivero ubicado en la ciudad de Valadares, perteneciente a la región administrativa de Oporto. El vivero se encuentra a 25 m de altitud del nivel del mar. Las coordenadas del vivero son latitud 41°05'18.18"N y longitud 8°38'37.38"O



Figura 66. Vista aérea de las instalaciones de Joaquim da Silva Cardoso – Valadares - Oporto

En el periodo de producción de la *Viola wittrockiana*, que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 13.48°C. Periodo de 1971 a 2000, Estación de Porto – Serra do Pilar, Fuente Instituto Português do Mar e da Atmosfera ([www.ipma.pt](http://www.ipma.pt), 2014).

Empresa familiar que originalmente se llamaba Joaquim da Silva Cardoso (em el momento de la recogida de las muestras). Hoy en día la empresa se denomina Floramix. La superficie de producción supera los 10.000 m<sup>2</sup>, repartidos en dos invernaderos modelo Multituneles. El invernadero principal de producción, tiene un pie derecho de 4 m de altitud. Todos los invernaderos están cubiertos por film de polietileno La superficie de producción está protegida por pantallas térmicas y de sombreado, que se utilizan en verano para sombreado y en invierno para mantener la temperatura de los invernaderos.

La circulación de aire de los invernaderos se hace por ventilación lateral, frontal y zenital. También hay ventiladores de techo para mejorar la circulación del aire y secar las plantas después del riego.

Las plantas son cultivadas directamente en el suelo, recubierto por mallas de cultivo. Todo el cultivo se hace en frío, solo se utiliza la calefacción a gasoil para el control anti-helada, en casos muy específicos, como en la producción de Poinsettias.



Figura 67. Vista general de la zona de producción detalle de las pantallas de sombreo y sistema de carro de riego.

Todo el riego se hace por aspersión utilizando carros de riego que se mueven en dirección longitudinal. El agua viene de una captación de un pozo artesiano. El productor coordina el sistema de riego por aspersión, con las ventilaciones lateral, zenital y ventiladores de techo, secando la parte aérea de las plantas, después de los riegos.

El sustrato utilizado es una mezcla comercial de la empresa Stender, llamado comercialmente Stender Potting substrate, recomendado para macetas de diámetro 7 a 10 cm y para el cultivo de *Viola x wittrockiana*. El sustrato tiene como principal elemento la turba rubia, con mezcla de otras turbas y el productor mezcla un pequeño porcentaje de perlita, alrededor de 5%, para mejorar el drenaje del sustrato. Según el fabricante se añade al sustrato un abono de composición de NPK 14-16-18 con pH aproximado de 5,5 – 6,0 y cantidad de sales que no supera 0,9 g/l. Al largo del ciclo de cultivo, en función de las necesidades de las plantas o de los resultados de las análisis químicas de los sustratos, se corrigiendo las necesidades de las plantas con fertirrigación. De manera general se hacen análisis rápidos en el propio vivero para monitorear el pH y conductividad.



Figura 68. Zonas de producción de *Viola x wittrockiana*

Todos los tratamientos de fungicidas e insecticidas se hacen con la utilización de sistema de barras de presión, con un atomizador convencional. Los tratamientos son de responsabilidad del propietario. Por estar intentando implantar un sistema de certificación de la producción e incluso la certificación ecológica los tratamientos utilizados son los mínimos y con productos que respetan los enemigos naturales de las plagas. En casos muy específicos, se utiliza insecticidas y fungicidas en riego.

Parte del proceso de plantación está parcialmente mecanizado. La empresa posee en sus instalaciones mezcladora de sustrato, cintas transportadoras de macetas y máquina de plantación. También está totalmente mecanizada la línea de transporte de las plantas de área de producción hasta el área de manejo y preparación de los carros, con la utilización de cintas transportadoras.

El vivero originalmente estaba especializado en el cultivo de *Cyclamen* en maceta de 13 cm de diámetro, proceso que se realiza desde la germinación de las semillas hasta la producción final en maceta. En los últimos años, debido a la necesidad comercial de ampliar el abanico de artículos, se fueron añadiendo otras especies de plantas ornamentales y de temporada propagadas a partir de semillas como ***Viola wittrockiana***, ***Petunia hybrid***, ***Gerbera***, ***Tagetes***, ***Albahaca*** entre otras, en macetas de 10,0 cm de diámetro. Otras especies propagadas a partir de esquejes, como ***Pelargonium***, ***Petunia hybrid***, ***Impatiens hawkeri***, ***Verbena hybrid***, ***Euphorbia***, etc. En total se cultivan alrededor más de 30 especies comerciales.

El equipo de trabajo se constituye de 6 personas siendo 4 de la propia familia. Luis Cardoso es el coordinador de todas las tareas de planificación, técnicas y administrativas.

El asesoramiento técnico es dado por las empresas proveedoras de material vegetal, a partir de visitas, llamadas telefónicas y envío de información técnica por correos electrónicos. El responsable técnico, Luis Cardoso es una auto-didacta y visita ferias, exposiciones, empresas del sector en toda Europa, aparte de estudiar libros técnicos, artículos de revistas del sector y también están muchas veces en contacto con técnicos del sector.

La comercialización de la producción tiene distintos canales. Parte se planta se direcciona a la distribución a los centros de jardinería y puntos de venta ubicados en el Norte de Portugal, principalmente en la zona de influencia de la ciudad de Oporto. Algunos mayoristas y minoristas vienen a comprar las plantas directamente en la empresa. En los últimos años ha aumentado considerablemente la venta a grandes superficies, en campañas específicas, como la Navidad, Todos Los Santos, etc.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **10** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Se puede observar que para la calidad de raíz se aprecia resultados con 100% de las raíces con muy buena calidad. En la parte aérea y flor presenta un 100% en la calidad A1 y A2, clasificada como una buena calidad (Tabla 79). Al analizar todo el conjunto de la planta y raíz podríamos afirmar que la planta tenía una calidad muy buena para la comercialización.

Tabla 79 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	0,00%	A1	76,67%	Flor	PA
6	0,00%	A2	23,33%	Diámetro (cm)	
8	56,67%	B	0,00%	6,7	13,8
10	43,33%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos  $W_v$ ,  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos para el sustrato del Productor 11 todos se encuentran dentro del rango óptimos según la bibliografía (Tabla 80).

Tabla 80 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 11

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Optimos
Volumen de agua-W <sub>v</sub> (%)	67,94	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire-A <sub>v</sub> (%)	25,33	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total-P <sub>s</sub> (%)	93,26	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula-P <sub>D</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,79	1,45-2,65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción-S (%)	28,10	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	121,21	

a: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad et al. (1992)

En el caso de la D<sub>M</sub>, W<sub>M</sub>, MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la *Viola x Wittrockiana*, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que todos los resultados inicial y final, no presentaron grandes variaciones, con excepción de la CE que ha bajado en el sustrato final. La relación C/N supera los valores recomendados en los valores inicial y final y la CE supera los valores recomendados en el sustrato inicial (Tabla 81).

Tabla 81 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 11

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores óptimos
Materia Seca-D <sub>M</sub>	62,05	87,51	
Humedad-W <sub>M</sub>	37,95	12,49	
Materia Orgánica-MO	86,10	68,93	
Ceniza	13,90	31,03	
Potencial Hidrogeno-pH	6,12	6,90	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica-CE (µS/cm)	636,00	217,77	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N ( )	47,80	57,08	20-40 <sub>c</sub>

b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriels et al. (1984)

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). Solamente el Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), y el sodio (Na); en los sustratos inicial y final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (Tabla 82).

En la mayoría de los elementos mayoritarios y minoritarios, con excepción del Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Cobre (Cu), hubo una disminución en la concentración, que puede ser explicada debido la absorción para el

crecimiento de la planta, desarrollo de la raíz y flores y/o por la lixiviación ocasionada por los riegos frecuentes.

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Tabla 82 – Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P11

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	92,80	35,69	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	20,40	0,09	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	12,60	0,89	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	35,0	20,60	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	4,10	9,95	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	6,80	47,00	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	89,90	61,37	-
<b>Elementos minoritarios µg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	296,00	127,0	-
<b>Manganeso-Mn</b>	93,50	0,49	-
<b>Cobre-Cu</b>	3,50	8,04	-
<b>Zinc-Zn</b>	153,00	21,90	-
<b>Boro-B</b>	42,20	28,00	-
<b>Cadmio-Cd</b>	19,10	0,42	-
<b>Plomo-Pb</b>	81,50	0,87	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del Productor 11. Para los macronutrientes el orden de acumulación en g/kg de N y K fueron: parte aérea > flor > raíz. La acumulación de P fue flor > parte aérea > raíz. La acumulación de Ca y S fue: parte aérea > raíz > flor. La acumulación de Mg fue: raíz > parte aérea > flor. Para los micronutrientes el orden de acumulación en Fe, Mn y Zn fueron parte aérea > raíz > flor. El orden de acumulación de B fue flor > raíz > parte aérea. La acumulación de Cu fue: raíz > flor > parte aérea. (Tabla 83).

Tabla 83 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz

Análisis Química	Flor	PA	Raíz
<b>g/Kg</b>			
Nitrógeno-N	30,37b	35,27b	23,40a
Potasio-K	28,57b	37,43c	21,10a
Fósforo-P	4,47b	3,87b	3,10a
Calcio-Ca	2,17a	7,70c	4,33b
Magnesio-Mg	1,97a	4,50b	5,10c
Azufre-S	2,03a	2,93b	2,73ab
<b>mg/Kg</b>			
Boro-B	30,13b	17,77a	21,20a
Cobre-Cu	3,47a	3,27a	8,53b
Hierro-Fe	49,67a	68,67b	65,00b
Manganeso-Mn	56,33a	182,67b	82,00a
Zinc-Zn	47,17a	56,77b	51,17a

PA: Parte Aérea

Tabla 84 – Resumen de Cuestionarios – Joaquim da Silva Cardoso – Inv. 11

Parámetros	Productor 11 - Joaquim S. Cardoso - Invernadero 11
Inicio de actividad	2013 como Floramix. Más de 40 años como Joaquim da Silva Cardoso
Sup. Invernaderos	10.000 m <sup>2</sup> de invernaderos
Sup. Ext./Umbráculo	0
Unid. Año	600.000
Unid. Violas/año	20.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Euphorbia</i> y <i>Verbena hybrid</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Petunia hybrid</i> , <i>Viola x wittrockiana</i> , <i>Ocimum basilicum</i> , <i>Cyclamen</i> y <i>Viola cornuta</i>
Nº esp. Producidas	Más de 30 especies
Tipo de Invernaderos	Arcos Multituneles
Altura canalón	3,5 m
Cobertura	Polietileno 180µ
Estructura	Metálica
Ventilación	Lateral, zenital y frontal
Control Climático	No
Riego	Aspersión con carros de riego
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Liberación lenta y fertirrigacion.
Reservat. Agua	Sí. 40.000 l
Disp. Cultivo	Mallas de cultivo en suelo
Calefacción	No utiliza
Sist. Trat. Fitosan.	Barra de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Stender Potting substrate. Turba rubia y mezcla de otras turbas con 5% aproximado de perlita
Análisis sustrato	pH y CE de forma ocasional, macro y micro nutrientes. Agua: Sulfatos, Nitratos y Na
Tecnol./autom.	Mezcladora de sustratos, Maquina de siembra automática, plantación semi-automática, mezcladora de sustratos.
Equipo Trabajo	6
Encargados/Famil.	4
Formación Encarg.	Autodidacta. Luiz Cardoso es un gran estudioso de la horticultura ornamental
Asesoría Tecn.	Luiz Cardoso, el propietario. Informaciones de los técnicos de las empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Informaciones de proveedores, visitas a otros viveros, ferias, exposiciones, revistas del sector, campos de ensayo y literatura técnica
Comercialización	Centros de jardinería y floristerías. Ventas a mayoristas
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	10



#### 4.1.12 Productor El Arca Asprodes de Salamanca – P12

Vivero ubicado en la ciudad de Salamanca en Castilla y León, a 790 m de altitud media a la latitud 40° 57' 34" N y longitud. 5° 29' 54" O.



Figura 69. Vista aérea de las instalaciones de El Arca Asprodes - Salamanca

En el periodo de producción de la *Viola x wittrockiana* que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 9,02°C y el número medio mensual de horas de luz es de 155,2 horas. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 77%. Periodo de 1971 a 2000 - Fuente Agencia Estatal de Meteorología (<http://www.aemet.es>, 2014).

Empresa con más de 18 años de actividad en la horticultura ornamental. La superficie de producción es de más de 5,000 metros cuadrados en invernaderos tipo Multituneles, de 3,5 a 4,0 metros de pie derecho, de altura hasta el canalón, con ventilación zenital y lateral recubiertas de Policarbonato. La superficie de producción está cubierta por pantallas térmicas móviles, con sistema automático de apertura por intermedio de sensores climatológicos. También tienen 4.370 m<sub>2</sub> de producción en exterior.



Figura 70. Vista general de las instalaciones de producción de *Viola x wittrockiana*

Las plantas más resistentes a bajas temperatura, como los pensamientos, están cultivadas directamente en suelo, en balsas de hormigón, en invernadero frio y las demás plantas estas cultivadas en mesas de cultivos metálicas en invernadero con calefacción anti-helada. El combustible utilizado en la calefacción es el gasoil.



Figura 71. Mesas metálicas de cultivo y producción en baldas de hormigón en suelo

El sustrato utilizado es una mezcla comercial de la empresa Gramoflor Topsubstrat. El sustrato tiene como componente principal la turba rubia. Al largo del ciclo de cultivo, en función de las necesidades de las plantas o de los resultados de las análisis químicas de los sustratos, se corrigiendo las necesidades de las plantas con fertirrigación. De manera general se hacen análisis rápidos en el propio vivero para monitorear el pH y conductividad.



Figura 72. Bolsas de Sustrato – Topsubstrat

El sistema de riego en las primeras semanas es por aspersión hasta que las plantas tengan el sistema radicular bien desarrollado. A partir de esta fase las plantas se riegan por inundación. El agua de riego viene directamente de río Hay un reservatorio central de almacenamiento de agua.

El sistema de abonado está dividido en abonos de liberación lenta, de 4-5 meses, que se mezcla con el sustrato. También se completa el abonado con fertirrigación, principalmente con abonado de floración.

Todos los tratamientos de fungicidas e insecticidas se hacen con la utilización de sistema de barras de presión. En casos muy específicos, se utiliza insecticidas y fungicidas en riego.

Parte del proceso de plantación está parcialmente mecanizado. La empresa posee en sus instalaciones mezcladora de sustrato, cintas transportadoras de macetas y máquina de plantación



Figura 73. Máquina de plantación y llenado de macetas



Figura 74. Mezcladora de Sustratos

En los viveros se cultivan unas 70 especies de ornamentales, en su mayoría plantas de temporada en macetas de 10,5 cm como ***Viola x wittrockiana***, ***Tagetes patula***, ***T. erecta***, ***Begonia semperflorens***, ***Primula***

*acaulis*, estas plantas multiplicadas a partir de semillas. Macetas de 13 cm para plantas de un mayor valor como *Pelargonium zonale*, *P. peltatum*, *Petunia hybrid*, Crisantemos, aromáticas, entre otras, todas plantas estas multiplicadas a partir de esquejes.

En total, la empresa produce unas 650.000 plantas, en su mayoría en macetas de tamaño 10,5 cm y 13 cm, siendo unas 63.000 de *Viola x wittrockiana*.

La mano de obra está constituida por un equipo de 10 trabajadores y como es un centro especial de empleo para personas discapacitadas hay 2 encargados que planifican y controlan las tareas. Los encargados, que en su mayoría cuentan con formación técnica de grado medido en agricultura y gestionan aparte de la mano de obra todas las tareas relativas a producción y cultivo, desde la preparación de los sustratos, plantación, riego, abonado, control de plagas enfermedades, cosecha e incluso la comercialización.

El asesoramiento técnico es dado por las empresas proveedoras de material vegetal, a partir de visitas, llamadas telefónicas y envío de información técnica por correos electrónicos.

La comercialización de la producción tiene distintos canales. Parte se planta se direcciona a la jardinería pública de la ciudad de Salamanca. Otra parte se comercializa directamente en un garden ubicado en la propia empresa. Hay un sistema de reparto a los centros de jardinería y floristerías de Salamanca y también una ruta comercial al norte de Portugal. Algunos mayoristas vienen a comprar las plantas directamente en la empresa.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **10** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **6** para el parámetro capacitación de personal técnico y mano de obra.

Se puede observar que para el sistema radicular no se aprecian buenos resultados, ya que 47% de las raíces tiene poca calidad. En la parte aérea y flor presenta un 60% en la calidad A2, clasificada como una buena calidad (Tabla 85).

Al analizar todo el conjunto de la planta y raíz podríamos afirmar que la planta estaría en una calidad mediana para la comercialización.

Tabla 85 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	46,67%	A1	30,00%	Flor	PA
6	36,67%	A2	53,33%	Diámetro (cm)	
8	16,67%	B	16,67%	8,6	12,6
10	0,00%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos Wv, Av, P<sub>s</sub>, P<sub>D</sub> y S se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos Av, P<sub>s</sub>, P<sub>D</sub> y S, el sustrato del productor 12 se encuentran dentro de los rangos óptimos de acuerdo con la bibliografía citada, ya en el Wv los valores se encuentran por encima del rango óptimo, resultando en un exceso de agua (Tabla 86).

Tabla 86 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 12

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Optimos
Volumen de agua-Wv (%)	77,99	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire-Av (%)	15,11	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total-Ps (%)	93,10	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula-P <sub>D</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,45-2.65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción-S (%)	28,07	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	119,57	

a. rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992)

En el caso de la D<sub>M</sub>, W<sub>M</sub>, MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la ***Viola x wittrockiana***, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que todos los resultados inicial y final, no presentaron grandes variaciones, con excepción de la CE que los valores encontrados al final, fueron el doble del antes del plantío, esto se puede explicar debido al aumento de las concentraciones de sales debido al abonado. La relación C/N supera los valores óptimos recomendados por el autor (Abad *et al.*, 1992), tanto en el sustrato inicial como en el sustrato final (tabla 87).

Tabla 87 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 12

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores Óptimos
Materia Seca-D <sub>M</sub>	48,52	37,15	
Humedad-W <sub>M</sub>	51,48	62,85	
Materia Orgánica-MO	89,50	88,77	
Ceniza	10,50	11,23	
Potencial Hidrogeno-pH	5,53	6,50	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica-CE (µS/cm)	474,00	845,67	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N (	43,55	44,64	20-40 <sub>c</sub>

*b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriel et al. (1984)  
c: rango óptimo para C/N, de acuerdo con Abad et al., (1992)*

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). Solamente el Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), y el sodio (Na); en los sustratos inicial y final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (Tabla 88).

Cuando observamos las concentraciones de los elementos mayoritarios y minoritarios en el sustrato final, se puede notar un aumento en la concentración de los elementos, Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Magnesio(Mg), Sodio(Na), Sulfato(SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), Cobre(Cu) y Boro(Bo) y el aumento de la conductividad eléctrica(CE), en relación a los mismos parámetros del sustrato inicial. Esto se puede explicar por el sistema de fertirrigacion por inundación/capilaridad, que en algunos casos está asociado al aumento de la concentración de sales en los sustratos.

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Tabla 88 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P12

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	37,60	45,59	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	5,50	0,16	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	11,10	7,22	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	30,00	27,70	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	6,70	15,70	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	16,80	32,70	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	92,70	120,00	-
<b>Elementos minoritarios µg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	164,00	45,70	-
<b>Manganeso-Mn</b>	116,00	47,80	-
<b>Cobre-Cu</b>	4,60	6,46	-
<b>Zinc-Zn</b>	105,00	56,30	-
<b>Boro-B</b>	50,40	54,40	-
<b>Cadmio-Cd</b>	1,30	1,23	-
<b>Plomo-Pb</b>	21,60	6,21	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del productor 12. Para los macronutriente el orden de acumulación en g/kg de N, K y P fueron: parte aérea > flor > raíz. La acumulación de Ca, Mg y S fueron: parte aérea > raíz > flor. Para los micronutriente el orden de acumulación en mg/kg de B fue raíz > flor > parte aérea. La acumulación en Cu, Fe, Zn fueron raíz > parte aérea > flor. El orden de acumulación de Mn fue parte aérea > raíces > flores (Tabla 89).



Tabla 89 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz

Análisis Químicas	Flor	PA	Raíz
<b>g/Kg</b>			
N	24,57b	42,73c	21,23a
K	30,10a	39,23b	24,27a
P	6,67a	9,30b	6,40a
Ca	3,23a	10,83b	4,50a
Mg	2,17a	5,00c	3,90b
S	2,20a	3,47c	2,83b
<b>mg/Kg</b>			
B	33,47ab	24,43a	41,33b
Cu	4,77a	5,56a	13,40a
Fe	49,33a	71,00a	148,67a
Mn	102,67a	294,33c	149,33b
Zn	51,73a	99,37ab	119,97b

PA: Parte Aérea

Tabla 90 – Resumen de Cuestionario – P12 – V. El Arca Asprodes – Inv. 12

Parámetros	Productor 12 - V. El Arca Asprodes - Invernadero 12
Inicio de actividad	1997
Sup. Invernaderos	5.100 m <sub>2</sub>
Sup. Ext./Umbráculo	4.370 m <sub>2</sub>
Unid. Año	650.000
Unid. Violas/año	63.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>P. grandiflorum</i> , <i>Chrysanthemum</i> , plantas aromáticas
5 princ. Esp. Semillas	<i>Viola x wittrockiana</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Begonia semperflorens</i> , <i>Primula acaulis</i> , <i>Tagetes patula</i> , <i>T. erecta</i> .
Nº esp. Producidas	Sobre unas 70 especies
Tipo de Invernaderos	Monocapilla
Altura canalón	3.5 m
Cobertura	Placas de policarbonato
Estructura	Metálica
Ventilación	Zenital, lateral, frontal
Control Climático	Automático
Riego	Inundación y aspersion.
Agua Riego	Rio y reservatorio
Fertilización	Fertirrigacion y abono de liberación lenta.
Reservat. Agua	Si
Disp. Cultivo	Balsas de hormigón y mesas de cultivo
Calefacción	Gasoil
Sist. Trat. Fitosan.	Barra de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Gramoflor Topsubstrat a base de turba rubia
Análisis sustrato	pH y CE de forma ocasional,
Tecnol. /autom.	Máquina de plantación mecanizada, cintas transportadoras, mezcladora de sustratos y control climático automático
Equipo Trabajo	10 trabajadores
Encargados/Famil.	2 encargados
Formación Encarg.	Formación secundaria y cursos técnicos específicos
Asesoría Tecn.	Informaciones de los técnicos de las empresas de suministros
Fuentes de Informac.	Informaciones de proveedores, visitas a otros viveros, ferias, exposiciones, revistas del sector
Comercialización	Centros de jardinería y floristerías. Ventas a mayoristas. Clientes de Portugal.
Nota Instal.	10
Nota capac. Técnica	6

#### 4.1.13 Productor Asprosub Zamora – P13

Vivero ubicado en la ciudad de Morales del Vino, municipio limítrofe con la ciudad de Zamora, comunidad de Castilla y León, a 656 m de altitud media a la latitud 41° 30' 56" N y longitud. 5° 44' 7" O.

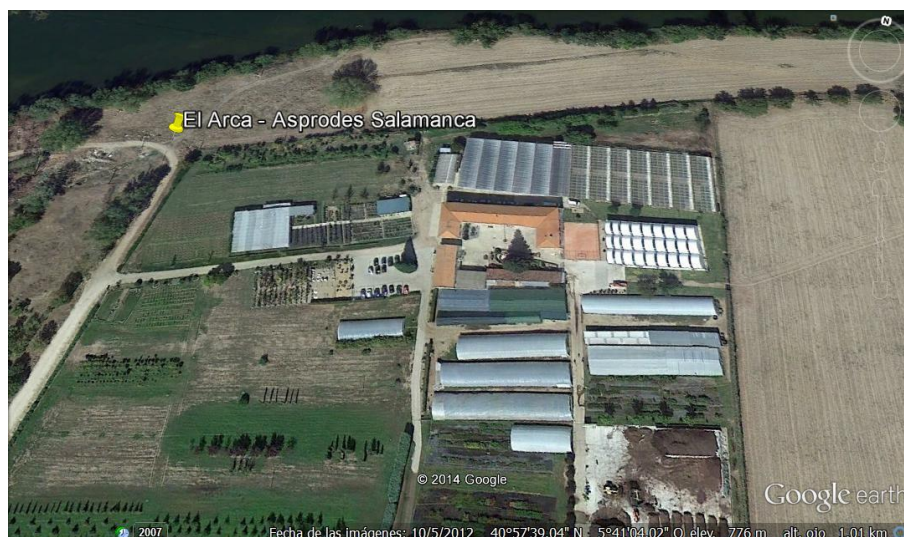


Figura 75. Vista general de las instalaciones de Asprosub Zamora – Morales del Vino – Zamora

En el periodo de producción de la *Viola wittrockiana* que va de Septiembre a Enero, la temperatura media mensual es de 9,98 °C y el número medio mensual de horas de luz es de 149,90 h. La humedad relativa media mensual en el periodo de producción es de 74,6%. Periodo de 1971 a 2000 - Fuente Agencia Estatal de Meteorología (<http://www.aemet.es>, 2014).

Empresa con más de 18 años de actividad en la horticultura ornamental. La superficie de producción es de unos 5.000 metros cuadrados en invernaderos tipo Multituneles, 4,0 metros de pie derecho, hasta el canalón, con ventilación zenital y lateral recubiertas de film plástico (Polietileno) y placas de Policarbonato. La superficie de Produção está cubierta por pantallas térmicas móviles, con sistema automático de apertura por intermedio de sensores climatológicos. La producción en exterior, que en su mayoría son umbráculos llega a unos 4.900 m<sup>2</sup>.



Figura 76. Vista superior de los invernaderos y pantallas de sombreo

Las plantas más resistentes a bajas temperatura, como los pensamientos, están cultivadas directamente en balsas de hormigón, en invernadero frío y las demás plantas estas cultivadas en mesas de cultivos metálicas en invernadero con calefacción anti-helada. El combustible utilizado en la calefacción es el gasoil. Están en implantación la calefacción por biomasa.



Figura 77. Vista general de las instalaciones de producción de *Viola x wittrockiana*  
Para los cultivos de plantas de mayor valor añadido, como **Cyclamen**,

***Pelargonium*, *Euphorbia*, *Dahlia*, *Gerbera***, entre otras, la producción se hace en los invernaderos con calefacción y las plantas acondicionadas en mesas de cultivos móviles, también con riego por inundación.



Figura 78. Producción de *Viola x wittrockiana* en mesas cultivo

El sustrato utilizado es Turba Rubia TS3 de la empresa Klasman. Se añade 2g/litro de sustrato el abono NPK + Mg, con la formulación 6-6-17. Al largo del ciclo de cultivo, en función de las necesidades de las plantas o de los resultados de los análisis químicos de los sustratos, se va corrigiendo las necesidades de las plantas con fertirrigación. De manera general se hacen análisis rápidos en el propio vivero para monitorear el pH y conductividad, principalmente en el cultivo de ***Euphorbia***. Hay problema de exceso de sales, alta conductividad, por encima de 1,2 mS/cm y cal en el agua de riego, lo que obliga a un control sistemático del agua de riego al realizar fertirrigación. El abonado nitrogenado siempre es muy bajo, debido a los nitratos presentes en el agua de riego.

El sistema de riego en las primeras semanas es por aspersión hasta que las plantas tengan el sistema radicular bien desarrollado. A partir de esta fase las plantas se riegan por inundación. El agua viene de un pozo artesiano.



Figura 79. Vista de las balsas de cultivo y detalle del sistema de riego por inundación

No se utilizan abonos de liberación lenta mezclados en el sustrato, como en otros viveros, ya que debido a la alta concentración de sales del agua hay que tener un control muy estricto de la conductividad. El abonado de floración se realiza a partir de la fertirrigación por inundación.

Todos los tratamientos de fungicidas e insecticidas se hacen con la utilización de sistema de barras de presión. En casos muy específicos, se utilizan insecticidas y fungicidas en riego.

Parte del proceso de plantación está parcialmente mecanizado. La empresa posee en sus instalaciones mezcladora de sustrato, y máquina de plantación.

En los viveros se cultivan más de 55 especies de ornamentales, en su mayoría plantas de temporada en macetas de 10,5 cm como *Petunia hybrid*,

*Viola x wittrockiana*, *Viola cornuta*, *Primula acaulis*, *Cyclamen*, multiplicadas a partir de semillas y macetas de 13 cm para plantas de un mayor valor como geranios, *Petunia hybrid*, *Pelargonium zonale*, *P. peltatum*, *P. grandiflorum* y *Euphorbia*, plantas estas multiplicadas a partir de esquejes. La producción total es de unas 330.000 plantas, siendo 45.000 *Viola x wittrockiana* al año.

La mano de obra está constituida por un equipo entre 18 trabajadores y 2 técnicos, siendo uno de ellos el encargado. Como es un centro especial de empleo para personas discapacitadas hay monitores que planifican y controlan las tareas. Los técnicos, que en su mayoría cuentan con formación técnica de grado medido en agricultura y gestionan aparte de la mano de obra todas las tareas relativas a producción y cultivo, desde la preparación de los sustratos, plantación, riego, abonado, control de plagas enfermedades, cosecha e incluso la comercialización. Uno de los técnicos tiene formación universitaria en Ingeniería Agronómica Técnica.

Como hay muy buena formación técnica en el equipo de trabajo, las tareas técnicas de producción, como los tratamientos, abonados, etc. están siempre sobre la responsabilidad de propio equipo de la empresa. También cuentan con apoyo técnico es dado por las empresas proveedoras de material vegetal, a partir de visitas, llamadas telefónicas y envío de información técnica por correos electrónicos.

La comercialización de la producción tiene distintos canales. La parte más importante de la venta se hace a floristerías y centros de jardinería que vienen a cargar directamente en el vivero. No hay venta directa al público. Una pequeña parte se direcciona a la jardinería pública de la ciudad de Zamora.



Figura 80. Caja de *Viola x wittrockiana* para la comercialización

Algunos mayoristas vienen a comprar las plantas directamente. Hay incluso empresas portuguesas de la zona de Bragança que vienen a comprar y cargar directamente en el vivero.

En la evaluación cualitativa de los viveros, se ha establecido nota **8** para los parámetros Instalaciones e Infraestructura y nota **8** para el parámetro capacitación.

Se puede observar que para la calidad de raíz se aprecia resultados con 66,66% de las raíces con buenas calidades. En la parte aérea y flor presenta un 80,00% en la calidad A1 y A2, clasificada como una buena calidad (Tabla 91). Al analizar todo el conjunto de la planta y raíz podríamos afirmar que la planta estaría en una calidad buena para la comercialización.

Tabla 91 - Calidad morfológica de la raíz y planta parte aérea(PA) y flor

Calidad Raíz	Total	Calidad Flor	Total	Planta	
4	13,33%	<b>A1</b>	36,67%	<b>Flor</b>	<b>PA</b>
6	20,01%	<b>A2</b>	43,33%	Diámetro (cm)	
8	63,33%	<b>B</b>	20,00%	8,4	12,7
10	3,33%				

Para interpretar los resultados de los parámetros físicos  $W_v$ ,  $A_v$ ,  $P_s$ ,  $P_D$  y  $S$  se tuvieron en cuenta los rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad *et al.* (1992). En el caso de los parámetros físicos para el



sustrato del Productor 13 todos se encuentran dentro del rango óptimos según la bibliografía, con excepción del Wv que supera los valores recomendados. (Tabla 92).

Tabla 92 - Valores determinados y rangos óptimos de propiedades físicas en el sustrato inicial del productor 13

Propiedades Físicas	Resultados	Rangos Óptimos
Volumen de agua-Wv (%)	78,78	55-70 <sub>a</sub>
Volumen de aire-Av (%)	12,27	10-30 <sub>a</sub>
Porosidad Total-Ps (%)	91,05	>85 <sub>a</sub>
Densidad de Partícula-P <sub>D</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,74	1,45-2,65 <sub>a</sub>
Valor de Contracción-S (%)	28,90	<30 <sub>a</sub>
Densidad Aparente Seca-DBD (Kg/m <sup>3</sup> )	155,64	

a: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Abad et al. (1992)

En el caso de la D<sub>M</sub>, W<sub>M</sub>, MO, ceniza, pH, CE, relación C/N, fueron estudiadas las concentraciones antes de la plantación de la *Viola x wittrockiana*, y después de ésta, todo ello durante la fase de comercialización. Se puede observar que todos los resultados inicial y final, no presentaron grandes variaciones. La relación C/N supera los valores recomendados en el valor final y la CE supera los valores recomendados en el sustrato inicial (tabla 93).

Tabla 93 - Valores determinados de propiedades físicas y químicas en el sustrato inicial y final del productor 13

Propiedades físicas y Químicas	Valores Iniciales	Valores Finales	Valores óptimos
Materia Seca-D <sub>M</sub>	49,27	37,35	
Humedad-W <sub>M</sub>	50,73	62,65	
Materia Orgánica-MO	89,10	86,07	
Ceniza	10,90	13,93	
Potencial Hidrogeno-pH	5,98	6,20	4,5-6,5 <sub>b</sub>
Conductividad eléctrica-CE (µS/cm)	673,0	416,0	200-425 <sub>b</sub>
Relación C/N	34,54	53,26	20-40 <sub>c</sub>

b: rangos óptimos de las propiedades estudiadas, de acuerdo con Gabriels et al. (1984)

c: rango óptimo para C/N de acuerdo con Abad et al (1992)

Para los elementos mayoritarios se han utilizado como referencia, los valores recomendados por Ansorena et al. (2014). Solamente el Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), y el sodio (Na); en los sustratos inicial y final; se encuentran dentro de los parámetros recomendados por los autores (Tabla 94).

En la gran mayoría de los elementos mayoritarios y minoritarios, con excepción del Sodio (Na), hubo una disminución en la concentración, que puede ser explicada debido la absorción para el crecimiento de la planta, desarrollo de la raíz y flores y/o por la lixiviación ocasionada por los riegos frecuentes.

En el caso del amonio la bajada de concentración de la muestra inicial para la final, está directamente relacionada con la oxidación del amonio hasta nitrito, se lleva a cabo por la acción de microorganismos autótrofos.

Tabla 94 - Elementos mayoritarios y minoritarios en la solución del sustrato – P13

Nutrientes	Sustrato Inicial	Sustrato Final	Valores recomendados
<b>Elementos mayoritarios - mg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Ntotal(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	76,70	21,12	<b>100-180<sub>d</sub></b>
<b>Amonio - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	13,10	0,05	<b>&lt;40<sub>d</sub></b>
<b>Fósforo-P</b>	8,20	5,77	<b>29-100<sub>d</sub></b>
<b>Potasio-K</b>	53,10	15,60	<b>101-605<sub>d</sub></b>
<b>Magnesio-Mg</b>	6,00	5,99	<b>16-150<sub>d</sub></b>
<b>Sodio-Na</b>	13,00	21,10	<b>&lt;100<sub>d</sub></b>
<b>Sulfato – SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	113,00	103,93	-
<b>Elementos minoritarios µg.l<sup>-1</sup></b>			
<b>Hierro-Fe</b>	853,00	21,00	-
<b>Manganeso-Mn</b>	60,40	23,60	-
<b>Cobre-Cu</b>	11,30	1,65	-
<b>Zinc-Zn</b>	58,70	27,70	-
<b>Boro-B</b>	84,50	37,10	-
<b>Cadmio-Cd</b>	0,80	0,08	-
<b>Plomo-Pb</b>	4,40	0,50	-

*d: Rangos medios recomendados para algunos elementos mayoritarios, de acuerdo con Ansorena et al. (2014)*

Al analizar la flor, parte aérea y raíz, puede observar que los macronutrientes y micronutrientes esenciales para la planta están presentes en las muestras del Productor 13. Para los macronutriente el orden de acumulación en g/kg de N, K y P fueron: parte aérea > flor > raíz. La acumulación de Ca, Mg y S fue: parte aérea > raíz > flor. Para los micronutriente el orden de acumulación en mg/kg de B y Cu fueron: raíz > flor > parte aérea. La acumulación en Mn y Zn fueron parte aérea > raíz > flor. El orden de acumulación de Fe fue raíz > parte aérea > flor (Tabla 95).

Tabla 95 - Distribución de macronutriente y micronutriente en parte aérea(PA), flor y raíz

Análisis Químicas	Flor	PA	Raíz
<b>g/Kg</b>			
<b>N</b>	24,20b	28,47c	17,17a
<b>K</b>	32,73b	42,37c	20,77a
<b>P</b>	7,73b	10,93c	6,00a
<b>Ca</b>	2,57a	8,40c	4,07b
<b>Mg</b>	2,07a	4,33c	3,17b
<b>S</b>	2,13a	2,93c	2,57b
<b>mg/Kg</b>			
<b>B</b>	35,73b	21,83a	39,10b
<b>Cu</b>	4,73a	4,53a	13,07b
<b>Fe</b>	59,00a	87,67b	127,67c
<b>Mn</b>	122,67a	340,00c	213,67b
<b>Zn</b>	50,20a	95,87c	65,27b

PA: Parte Aérea

Tabla 96 – Resumen de Cuestionario – Productor 13 – Asprosub – Inv. 13

Parámetros	Productor 13 - Asprosub - Invernadero 13
Inicio de actividad	1997
Sup. Invernaderos	4500 m <sub>2</sub>
Sup. Ext./Umbráculo	4.900 m <sub>2</sub>
Unid. Año	330.000
Unid. Violas/año	45.000
5 princ. Esp. Esquejes	<i>Pelargonium zonale</i> , <i>P. peltatum</i> , <i>P. grandiflorum</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Euphorbia</i>
5 princ. Esp. Semillas	<i>Viola x wittrockiana</i> , <i>V. cornuta</i> , <i>Petunia hybrid</i> , <i>Primula acaulis</i> , <i>Cyclamen</i>
Nº esp. Producidas	55 especies
Tipo de Invernaderos	Arcos multituneles
Altura canalón	4,0 m
Cobertura	Placas de policarbonato
Estructura	Metálica
Ventilación	Zenital, lateral, frontal
Control Climático	Automático
Riego	Inundación y aspersion.
Agua Riego	Pozo
Fertilización	Fertirrigacion y abono de liberación lenta.
Reservat. Agua	Si
Disp. Cultivo	Mesas de cultivo y balsas de hormigón
Calefacción	Gasoil
Sist. Trat. Fitosan.	Barra de presión y mochila.
Sustrato Comerc.	Turba Rubia TS3 de la empresa Klasman. Se añade 2g/litro de sustrato el abono NPK + Mg
Análisis sustrato	pH y CE de forma ocasional. Nitratos y nitritos
Tecnol./autom.	Máquina de plantación semi-mecanizada, cintas transportadoras, mezcladora de sustratos y control climático automático
Equipo Trabajo	18 trabajadores
Encargados/Famil.	2 encargados
Formación Encarg.	Formación secundaria y cursos técnicos específicos. Uno de los encargados es Ingeniero Técnico Agrónomo
Asesoría Tecn.	Informaciones de los técnicos de las empresas de suministros. Ingeniero Técnico.
Fuentes de Informac.	Informaciones de proveedores, visitas a otros viveros, revistas del sector.
Comercialización	Venta exclusivamente en el vivero a floristerías, centros de jardinería y mayoristas. Clientes de Portugal.
Nota Instal.	8
Nota capac. Técnica	8

## **4.2 Caracterización de los sustratos comerciales empleados**

La calidad de los sustratos comerciales empleados por cada productor se ha valorado, en la sección anterior, dentro del marco de la legislación y teniendo en cuenta la doble perspectiva legal y agronómica. Además la calidad de los sustratos también es función de la naturaleza y origen de los materiales de partida y del proceso de mezcla de estos materiales.

En esta sección se caracterizan y se comparan entre sí los sustratos usados por el conjunto de productores objeto de estudio a la luz de los resultados obtenidos mediante los análisis efectuados según los métodos oficiales de análisis. Dichos métodos presentan limitaciones y oportunidades para la interpretación de los resultados analíticos. La interpretación de los análisis de los sustratos estudiados se llevan a cabo teniendo en cuenta diversos factores durante el proceso productivo, siendo el más importante la naturaleza de los materiales comerciales que han adquirido los productores.

### **4.2.1 Propiedades físicas y químicas**

En los sustratos, las propiedades físicas se consideran más importantes que las propiedades químicas, ya que estas últimas son más fáciles de modificar mediante mezclas de componentes y/o abonado. Por otro lado, las propiedades físicas de los sustratos que resultan de la mezcla de componentes no son estrictamente aditivas, sino que están sometidas a interacciones físicas, químicas y biológicas. Por lo tanto, no es suficiente determinar las propiedades de cada componente de un sustrato sino que es necesario hacerlo para las mezclas en diferentes proporciones de materiales como turba, arena, vermiculita, perlita u otros materiales, seleccionándose la mezcla que presenta las mejores características.

Las propiedades físicas más importantes de un sustrato son la densidad aparente, la densidad de partícula, la porosidad total (obtenida a partir de las anteriores) y su reparto entre las fases sólida y líquida, es decir, la porosidad de aire y la capacidad de retención de agua. El valor de contracción es otra propiedad física determinada habitualmente de modo rutinario.

Tabla 97 – Valores medios de algunas propiedades físicas de los sustratos, antes de plantar.

Productores	Materia seca	Humedad	DBD(Kg/m <sup>3</sup> )	PD(kg/cm <sup>3</sup> )	Ps(%)	S(%)	Wv(%)	Av(%)
P1-Ai	56,15	43,85	170,26	1734,17	90,18	17,98	78,50	11,69
P2-Ai	41,16	58,84	120,15	1732,23	93,06	27,26	77,98	15,08
P3-Ai	47,36	52,64	126,19	1821,81	93,07	24,03	69,87	23,21
P4-Ai	37,93	62,07	107,80	1705,55	93,68	29,78	64,26	29,42
P5-Ai	50,43	49,57	128,27	1744,51	92,65	12,58	58,41	34,23
P6-Ai	59,57	40,43	141,24	1752,40	91,94	19,69	62,14	29,80
P7-Ai	44,23	55,77	142,63	1740,20	91,80	26,45	80,90	10,90
P8-Ai	32,37	67,63	96,82	1724,33	94,38	23,14	49,82	44,57
P9-Ai	51,40	48,60	111,48	1808,21	93,84	23,10	57,41	36,43
P10-Ai	44,73	55,27	111,46	1755,18	93,65	27,27	66,80	26,85
P11-Ai	62,05	37,95	121,21	1799,40	93,26	28,10	67,94	25,33
P12-Ai	48,52	51,48	119,57	1732,42	93,10	28,07	77,99	15,11
P13-Ai	49,27	50,73	155,64	1740,01	91,05	28,90	78,78	12,27

En principio, los criterios de interpretación de las propiedades físicas tradicionalmente empleados, como los propuestos por Abad et al (1992) se consideran válidos para los nuevos métodos desarrollados en las normas técnicas europeas.

En la Tabla 97 se presentan los valores medios de las propiedades físicas estudiadas en el sustrato comercial antes de plantar usado por los 13 productores cuyos viveros se estudiaron en este trabajo, incluyendo también los parámetros materia seca y humedad.

La densidad aparente, DBD, osciló entre 96,82 y 170,26 Kg/m<sup>3</sup>, ateniéndose los calores máximos y mínimos para los sustratos comerciales usados por los productores P1 y P8, respectivamente. La densidad de partícula, PD, presentó valores máximos y mínimos de 1705,55 y 1808,21 Kg/m<sup>3</sup>, que correspondieron a los sustratos empleados por los productores P4 y P9, respectivamente. Los valores de DBD y PD obtenidos son característicos para sustratos en base a turba o en base a turba mezclada con pequeñas proporciones de otros materiales; por tanto la presencia de corteza de pino (P5), arcilla (P6) o perlita (P10) no modificó sustancialmente los valores de densidad aparente y densidad de partícula.

La porosidad total de todos sustratos comerciales estudiados resultó ser superior a 90%, oscilando entre 90,18% (P1) y 94,38% (P8). Como cabe esperar, el máximo de porosidad correspondió al mínimo de densidad aparente y viceversa. Dado que el óptimo de porosidad total es > 85 %, ninguno de los sustratos comerciales estudiados presentó limitaciones de porosidad antes de efectuar la plantación.

El valor de la contracción fue siempre inferior al límite del 30%, considerado como óptimo y osciló entre 12,58 % (P5) y 28,90 % (P13). La incorporación de pequeñas cantidades de arcilla (P6) no proporcionó valores elevados de este parámetro en comparación con otros sustratos comerciales.

El volumen de agua varió entre un máximo de 80,90 % (P7) y un mínimo de 49,82 % (P8), mientras que el volumen de aire lo hizo entre 44,57 % (P8) y 10,90 % (P7). El volumen de agua presenta un óptimo situado entre 55 y 70%, mientras que es óptimo del volumen de aire está entre 10 y 30%. En consecuencia se aprecia que algunos sustratos comerciales (P1, P2, P7, P12 y

P13) presentan valores relativamente altos de volumen de agua, mientras que otros (P5, P8 y P9) tienen un volumen de aire superior al considerado como óptimo. Por otro lado el sustrato P8 tiene un valor de índice de agua inferior al considerado como óptimo. Es importante conocer los valores de volumen de agua y el volumen de aire, antes de su utilización, puesto que estas variables, al igual que el densidad aparente, dado que no es posible modificar los mismos, una vez que la planta se encuentra en el contenedor. Sin embargo el crecimiento de las raíces y la mineralización de la materia orgánica hace que densidad aparente, porosidad, volumen de agua y volumen de aire varíen sus valores, dentro de cierto límites a lo largo del período vegetativo.

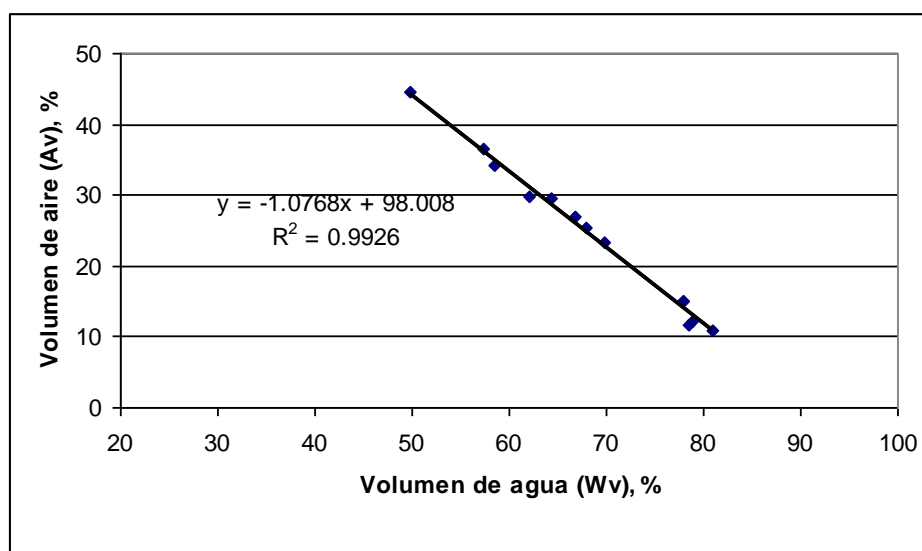


Figura 81 Relación entre volumen de agua (Wv) y volumen de aire (Av) en los sustratos, antes de plantar

Como cabe esperar, a mayores valores de volumen de agua corresponden menores valores de volumen de agua y viceversa. En la Figura 81 se puede observar la estrecha correlación entre estas dos variables.

Por lo que respecta a la precisión en cuanto la determinación de las propiedades físicas de los sustratos antes de su utilización se presenta información en las Tablas 115 a 120. En estas tablas se los presentan los resultados de tres cada una de las tres determinaciones llevadas a cabo para cada variable estudiada, así como los valores medios y los coeficientes de variación. Se puede comprobar que los Cvs de la densidad aparente fueron inferiores a 3,7 % (Tabla 115), los de la porosidad menores que 0,25 % (Tabla



116), los del valor de contracción inferiores a 33,3 % (Tabla 117), los del volumen de agua inferiores a 1,8 % (Tabla 118) y los del volumen de aire inferiores a 10% (Tabla 119). Por tanto se comprueba que los métodos de determinación mediante las normas UNE-EN de la densidad aparente, la porosidad total y volumen de agua presentan una notable precisión, mientras que la determinación del valor de contracción, usando dichas normas, puede estar sujeta a una mayor imprecisión.

En la Tabla 98 se pueden observar los resultados obtenidos del análisis de algunas propiedades químicas de los sustratos antes de llevar a cabo la plantación de la especie ornamental estudiada. El contenido en materia orgánica de los sustratos comerciales, determinado por calcinación siguiendo las normas UNE-EN antes de su utilización, osciló entre 85,7% (P9) y 90,9 % (P4), lo que supone un escaso margen de variación. De hecho, si se considera que en 9 de los 13 sustratos estudiados la materia orgánica oscilaba entre 88 y 90 %, se puede afirmar que dichos sustratos eran muy homogéneos en cuanto a su composición orgánica. Los valores obtenidos son considerados normales para sustratos en base a turba, incluyendo aquellas mezclas con pequeñas proporciones de materiales inorgánicos.

En la Tabla 98 también se comprueba que el contenido en materia orgánica determinado por calcinación, según las normas UNE-EN es más elevado que el determinado por análisis elemental, que osciló entre 63,1% (P6) y 81,5 (P8). Este es un resultado esperado, dado que la calcinación puede provocar pérdidas de algunos componentes inorgánicos presentes en las mezclas, lo que no ocurre al efectuar el análisis elemental. Por otro lado, no se apreció correlación significativa entre el contenido en materia orgánica determinado por estos dos métodos. Este resultado puede ser debido a una insuficiente homogenización de la muestra de sustrato, dada la pequeña cantidad de muestra que se emplea para efectuar el análisis elemental.

La proporción de cenizas, complementaria del contenido en materia orgánica osciló entre 9,1 % (P4) y 14, 3% (P9). Cabe reseñar que el sustrato comercial con mayor cantidad de cenizas, indicaba que en su composición se encontraba turba rubia (80%) y turba negra (20%).

La relación carbono nitrógeno (C/N), determinada a partir de los datos de C y N obtenidos por análisis elemental osciló entre 39,1 (P1 y P13) y 66, 8 (P8).

Tabla 98 – Valores medios de algunas propiedades químicas de los sustratos, antes de plantar.

Productores	MO (%) <sup>1</sup>	Cenizas (%) <sup>1</sup>	pH <sup>1</sup>	CE <sup>1</sup>	C(%) <sup>2</sup>	N (%) <sup>2</sup>	C/N <sup>2</sup>	MO (%) <sup>2</sup>
P1-Ai	89,4	10,6	5,4	273,3	41,2	1,0	39,1	68,1
P2-Ai	89,5	10,5	6,5	450,7	42,7	0,9	49,5	74,2
P3-Ai	85,9	14,1	5,5	511,3	42,6	0,9	49,3	74,2
P4-Ai	90,9	9,1	5,1	1341,3	42,6	1,0	41,4	73,0
P5-Ai	88,9	11,1	5,3	339,7	42,5	1,0	45,1	74,0
P6-Ai	88,5	11,5	4,8	1651,3	38,1	0,9	40,6	63,1
P7-Ai	89,1	10,9	5,3	574,7	44,1	0,7	60,9	76,4
P8-Ai	89,9	10,1	5,2	622,0	48,5	0,7	66,0	81,5
P9-Ai	85,7	14,3	5,4	878,3	46,6	0,8	57,4	78,1
P10-Ai	88,3	11,7	5,5	283,7	45,7	0,7	60,9	78,1
P11-Ai	86,1	13,9	6,0	1713,3	44,8	1,1	40,4	75,6
P12-Ai	89,5	10,5	6,1	289,5	47,0	0,9	53,0	80,0
P13-Ai	89,1	10,9	5,5	1191,3	42,1	1,1	39,1	71,5

(1) Determinación de acuerdo con las normas UNE-EN

(2) Determinación por análisis elemental

Por tanto la relación C/N del conjunto de sustratos comerciales antes de su utilización presenta mayor variabilidad que el contenido en carbono. Esto puede ser debido a la adición de fertilizantes, incluyendo nitrógeno mineral a algunos de los sustratos comerciales, como en el caso de P1 y P13.

El pH de los sustratos antes de efectuar la plantación osciló entre 4,8 (P6) y 6,5 (P2), situándose todos ellos en el rango considerado como óptimo (4,5 a 6,5) para desarrollo de la planta ornamental. El intervalo más frecuente de valores de pH se situó entre 5,0 y 5,5, al que corresponden 9 de los 13 sustratos estudiados.

La conductividad eléctrica fue el parámetro que presentó un mayor rango de oscilación dentro de las propiedades químicas de los sustratos, dado que osciló entre 273,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 1713,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dado que el óptimo de CE está establecido en el rango de 200 a 425  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , se comprueba que 9 de los 13 sustratos estudiados presentaban, antes de ser utilizados, valores excesivos, siendo las excepciones, con valores dentro del rango considerado como óptimo P1, P5, P10 y P12. En el extremo opuesto los sustratos P4, P6, P11 y P13 presentaron valores de CE superiores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ., lo que una vez más puede ser debido a la adición de elementos nutritivos a las mezclas comerciales.

Valores de CE superiores al óptimo podrían perjudicar el desarrollo de la planta ornamental. Sin embargo es importante tener en consideración que una parte importante de las sales se arrastra fácilmente en el agua de drenaje cuando se proporcionan riegos, siendo posible corregir la salinidad potencialmente dañina, con valores elevados, mediante lixiviación controlada.

La Tabla 99 presenta los resultados del análisis de componentes principales, teniendo en cuenta las propiedades físicas (densidad aparente, densidad de partícula, porosidad, valor de contracción, volumen de agua y volumen de aire) y químicas (materia orgánica y cenizas) que se han considerado como más importantes, excepto la salinidad. Se aprecia que contribuyen al primer eje todas estas variables, excepto el valor de contracción. La densidad de partícula, la porosidad total, el volumen de aire y el contenido en cenizas presentan signos diferentes a los obtenidos para densidad aparente, volumen de agua y materia orgánica. Es decir una disminución del

contenido en materia orgánica (o un aumento en el porcentaje de cenizas) supone un aumento de la densidad de partícula, la porosidad y el volumen de aire, pero tienden a disminuir la densidad aparente y el volumen de agua. El segundo eje, sin embargo pone de manifiesto una mayor asociación entre las cenizas la densidad de partícula y la densidad aparente. El tercer eje está dominado por el valor de contracción.

Tabla 99 – Análisis de componentes principales de algunas características físicas y químicas de los sustratos antes de plantar.

	1	2	3
<b>DBD</b>	-0,723	0,556	-0,374
<b>PD</b>	0,640	0,762	0,061
<b>Ps</b>	0,785	-0,465	0,375
<b>S</b>	-0,095	-0,075	0,958
<b>Wv</b>	-0,784	0,434	0,402
<b>Av</b>	0,813	-0,454	-0,330
<b>MO</b>	-0,647	-0,759	-0,055
<b>Cenizas</b>	0,647	0,759	0,055

La materia seca, la humedad y las propiedades químicas de los sustratos también se determinaron una vez finalizado el ciclo vegetativo de la planta ornamental, tras la cosecha. En este caso los análisis se efectuaron en 17 muestras, ya que se tomaron muestras de dos tratamientos diferentes en los viveros de los productores P2, P3 y tres tratamiento en el caso del productor P5. Los resultados de estos análisis de sustratos tras la cosecha se presentan en la Tabla 100.

Se comprueba que, en general, el contenido en materia orgánica tiende a disminuir tras la utilización del sustrato, si bien en algunos casos (P5, P5C, P5F, P7, P8 y P12) aumenta ligeramente. Las mayores pérdidas de materia orgánica se observaron para el sustrato P4 que descendió de 90,9 % a 73,9 % y en el sustrato P11 que pasó de 86,1 % a 68,9 %. Las pérdidas de materia orgánica pueden ser atribuidas a la mineralización y se espera que sean más

elevadas en aquellos sustratos con escasa fertilización nitrogenada; por otra parte los el desarrollo de las raíces y la incorporación de las mismas al suelo contribuye al incremento en materia orgánica.

Tabla 100 – Valores medios de algunas propiedades de los sustratos, tras la cosecha.

	<b>MS</b>	<b>Humedad</b>	<b>MO (%)<sup>1</sup></b>	<b>Cenizas</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>MO (%)<sup>2</sup></b>
<b>P1</b>	66,6	33,4	74,1	25,9	6,2	273,3	68,1
<b>P2F</b>	48,8	51,2	87,7	12,3	5,6	450,7	74,2
<b>P2C</b>	64,4	35,6	87,8	12,2	6,1	511,3	74,2
<b>P3F</b>	41,2	58,8	82,5	17,5	5,7	1341,3	73,0
<b>P3C</b>	68,3	31,7	85,6	14,4	6,6	339,7	74,0
<b>P4</b>	51,7	48,3	73,9	26,1	4,5	1651,3	63,1
<b>P5</b>	49,1	50,9	91,1	8,9	5,2	574,7	76,4
<b>P5C</b>	70,1	29,9	91,8	8,2	4,5	622,0	81,5
<b>P5F</b>	69,6	30,4	91,3	8,4	5,5	878,3	78,1
<b>P6</b>	42,3	57,7	88,3	11,7	4,4	283,7	78,1
<b>P7</b>	56,0	44,0	90,6	9,4	5,0	1713,3	75,6
<b>P8</b>	62,1	37,9	92,6	7,4	5,7	289,5	80,0
<b>P9</b>	66,9	33,1	84,7	15,3	6,0	1191,3	71,5
<b>P10</b>	52,6	47,4	86,8	13,2	5,3	2285,7	68,9
<b>P11</b>	87,5	12,5	68,9	31	6,9	217,8	53,3
<b>P12</b>	37,1	62,9	88,8	11,2	6,5	845,7	75,6
<b>P13</b>	37,4	62,6	86,1	13,9	6,2	416,0	78,8

MS=materia seca; MO=materia orgánica; pH= potencial de hidrogeno; CE=conductividad eléctrica

Por otro lado, en la Tabla 100 se pone una vez más de manifiesto que el contenido en materia orgánica determinado por calcinación es más elevado que el determinado por análisis elemental.

El rango de oscilación del pH osciló entre 4,4 (P6) y 6,6 (P3C), siendo mayor el valor medio y más amplio el rango de oscilación al final del período vegetativo que antes de la plantación. Se comprueba no obstante que este parámetro prácticamente se mantiene en el rango considerado como óptimo, es decir entre 4,5 y 5,5.

La conductividad eléctrica del sustrato al final del período vegetativo superó los valores que corresponden al rango óptimo (200 a 425  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en 11 de las 17 muestras analizadas. Se aprecia que en algunas de las muestras estudiadas los valores iniciales (Tabla 98) y finales (Tabla 100) de CE son similares, en otros aumentan considerablemente y en otros pueden presentar una notable disminución. El aumento de la conductividad eléctrica está asociado a la fertilización intensiva y la disminución de la misma al drenaje del agua de riego, por lo que se estima que los valores de este parámetro pudieron oscilar considerablemente a lo largo del período vegetativo en intervalos de tiempo relativamente cortos.

En las Tablas 121 a 131 del documento Anexo se presenta información acerca de la precisión de las determinaciones de diversas propiedades y elementos químicos en las muestras de sustrato tomadas tras la cosecha de la planta ornamental. Las variables estudiadas son: materia seca (Tabla 121), humedad (Tabla 122), materia orgánica según la norma UNE-EN (Tabla 123), cenizas (Tabla 124), pH (Tabla 125), Conductividad eléctrica (Tabla 126), carbono elemental (Tabla 127), Nitrógeno elemental (Tabla 128), relación C/N (Tabla 129), hidrógeno (Tabla 130) y azufre (Tabla 131).

Se comprueba que materia seca, humedad, conductividad eléctrica y azufre elemental son las variables que presentan mayores coeficientes de variación cuando las determinaciones se llevan a cabo por triplicado. En el otro extremo, la materia orgánica determinada por calcinación y el carbono elemental exhiben valores de coeficientes de variación relativamente bajos.

#### 4.2.2 Elementos nutritivos y metales pesados

En esta sección se presentan los resultados de las concentraciones en elementos mayoritarios y minoritarios de las soluciones acuosas (1:5) de los sustratos, determinados antes de plantar (Tablas 101 y 102) y tras la cosecha (Tablas 104 y 105).

Tabla 101 - Concentraciones de elementos mayoritarios extraídos en solución acuosa (1:5) de los sustratos, antes de plantar, en mg/L.

Muestras	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	P	K	Mg	Na
P1Ai	127,0	12,8	54,3	7,5	25,8	17,7	8,3
P2Ai	162,0	0,0	72,8	5,5	46,4	6,5	8,2
P3Ai	73,7	15,4	97,2	11,8	34,9	6,7	14,0
P4Ai	74,7	0,0	64,9	10,1	28,5	5,3	11,1
P5Ai	218,0	29,1	79,7	13,4	68,4	9,2	9,7
P6Ai	114,0	2,7	34,6	4,0	24,2	5,4	10,7
P7Ai	131,0	0,2	97,6	13,9	49,6	9,3	21,3
P8Ai	110,0	0,0	74,8	8,7	37,8	7,2	18,9
P9Ai	258,0	52,7	188,0	21,3	94,7	10,3	17,3
P10Ai	404,0	3,3	94,6	18,9	86,8	12,4	10,7
P11Ai	72,4	20,4	89,9	12,6	35,0	4,1	6,8
P12Ai	32,1	5,5	92,7	11,1	30,0	6,7	16,8
P13Ai	63,6	13,1	113,0	8,2	53,1	6,0	13,0
$\bar{x}$	141,6	11,9	88,8	11,3	47,3	8,2	12,8
$\Sigma$	97,1	14,7	34,9	4,7	22,1	3,5	4,3
CV	68,6	123,0	39,4	41,8	46,6	42,7	33,9

$\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación

Para interpretar estos datos se tienen en cuenta los valores de rangos de oscilación considerados como óptimos, que se han indicado en la sección de material y métodos.

El óptimo de nitrógeno total (nitrato + amoniacal) oscila de 100 a 180 mg/L, mientras que la concentración de amonio se considera que debe de ser inferior a 40 mg/L. Antes de la utilización del sustrato, cumplen este criterio los sustratos comerciales P1, P2, P6, P7 y P8. Los sustratos P5 y P10 presentan valores excesivos de nitrato, mientras que el sustrato P9 tiene valores excesivos tanto de nitrato como de amonio. Por el contrario los sustratos P3, P4, P11, P12 y P13 presentaron valores de nitrógeno total inferiores a los considerados como óptimos. Los excesos de nitrógeno están asociados a la adición de fertilizantes a las mezclas en base a turba. La fertilización continua y en particular el empleo de fertirrigación contribuyen a mantener los niveles de nitrógeno adecuado durante el ciclo vegetativo de la planta ornamental; por otro lado el riego en exceso contribuye al lavado de nitratos. Por todo ello los contenidos iniciales de nitrógeno, antes de la utilización del sustrato se deben de considerar como poco importantes para el adecuado crecimiento vegetativo de la planta ornamental.

Tras los nitratos, los sulfatos son los aniones que presentan una mayor concentración en las extracciones acuosas (1:5) obtenidas de los sustratos antes de su utilización. Por lo tanto estos deben de ser tenidos en cuenta en cuanto a su potencial contribución a la salinidad.

El óptimo de fósforo en la solución acuosa (1:5) oscila entre 29 y 100 mg/L, mientras que el óptimo de potasio varía entre 101 y 605 mg/L. Los datos de la Tabla 100 ponen de manifiesto que los sustratos comerciales son deficitarios tanto en fósforo como en potasio, puesto que ninguno de ellos alcanza el umbral de 29 mg/l (fósforo) o 101 mg/L (potasio). Los sustratos que presentaban concentraciones excesivas de nitrógeno total, es decir P5, P9 y P10, son también los que tienen concentraciones relativamente más elevadas de fósforo y de potasio.

Las concentraciones de magnesio soluble en agua del sustrato inicial presentaron un valor mínimo de 4,1 mg/L (P11) y un valor máximo de 17,7 mg/L (P1), por lo que en general se sitúan por debajo del óptimo comprendido entre 16 y 150 mg/L. Por lo que respecta al sodio soluble en agua (1:5), los sustratos comerciales presentan un rango de concentraciones que oscila entre 6,8 (P11) y 21,3 (P7) mg/L, todas ellas muy inferiores al límite de 100 mg/L



considerado como potencialmente perjudicial. En consecuencia la salinidad depende más de los valores de las concentraciones de nitratos y sulfatos que de la concentración de sodio en solución.

Los coeficientes de variación de los aniones y cationes mayoritarios disminuyeron de acuerdo con la secuencia:  $N-NH_4 > N-NO_3 > K > Mg > P > SO_4 > Na$ , siendo mucho más elevadas para el amonio que para los restantes iones.

En la Tabla 102 se pueden observar las concentraciones de algunos microelementos en solución acuosa de los sustratos antes de su utilización. De ellos Fe, Mn, Cu, Zn y B son micronutrientes, mientras que Pb y Cd son metales pesados que no juegan un papel conocido en nutrición vegetal.

Dado que en la bibliografía no se encuentran actualmente rangos óptimos para los micronutrientes extraídos mediante solución acuosa en sustratos, ni tampoco umbrales potencialmente perjudiciales para metales pesados, el análisis de estos datos se limitará a los rangos de oscilación y la variabilidad entre los sustratos comerciales muestreados.

Las concentraciones de Fe en solución acuosa oscilaron entre 11,7  $\mu g/L$  (P7) y 853,0  $\mu g/L$  (P13). El valor mínimo de Mn se cifró en 2,7  $\mu g/L$  (P8) y 206,8  $\mu g/L$  (P10). El Cu osciló entre 0,9  $\mu g/L$  (P8) y 29,5  $\mu g/L$  (P10). El Zn presentó un rango de concentraciones entre 16,8  $\mu g/L$  (P8) y 195,1  $\mu g/L$  (P1). En general las menores concentraciones de los elementos minoritarios Fe, Mn, Cu y Zn se obtuvieron en los extractos acuosos de los sustratos P7 y P8. Los sustratos P1 y P10, por el contrario presentaron las concentraciones más elevadas de estos cuatro elementos. Las turbas naturales son pobres en microelementos, por lo que la mezcla con pequeñas cantidades de compuestos inorgánicos y/o la fertilización son los principales factores que contribuyen al aumento de la disponibilidad de nutrientes.

El boro extraído en solución acuosa osciló entre 13,2  $\mu g/L$  (P5) y 116,5  $\mu g/L$  (P9) y las concentraciones de este elemento presentan correlación significativa con Fe, Mn, Cu y Zn

Las concentración de Cd osciló entre 0 y 19,1  $\mu g/L$  y la de Pb entre 0 y 81,5  $\mu g/L$ , de modo que los valores más elevados correspondieron al sustrato P11. En ningún caso los valores de metales pesados obtenidos por extracción acuosa indican que exista riesgo de contaminación.

Tabla 102 - Concentraciones de elementos minoritarios extraídos en solución acuosa (1:5) de los sustratos, antes de plantar, en µg/L.

Muestras	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	B
P1Ai	377,0	77,3	16,8	195,0	45,2	2,9	66,0
P2Ai	67,4	65,4	3,7	88,5	2,0	0,3	31,5
P3Ai	254,0	112,0	7,1	72,4	10,9	0,8	50,7
P4Ai	88,5	31,9	1,4	56,7	7,4	0,4	21,3
P5Ai	32,6	110,0	1,3	28,0	<0,50	0,4	13,2
P6Ai	292,3	98,9	5,8	65,2	5,1	0,2	54,7
P7Ai	11,6	4,1	2,8	25,4	0,5	0,2	42,7
P8Ai	13,7	2,7	0,9	16,8	<0.50	0,0	25,1
P9Ai	119,8	167,8	11,8	180,6	12,4	1,1	116,5
P10Ai	508,0	206,8	29,5	141,8	6,3	0,6	80,1
P11Ai	296,0	93,5	3,5	153,0	81,5	19,1	42,2
P12Ai	164,0	116,0	4,6	105,0	21,6	1,3	50,4
P13Ai	853,0	60,4	11,3	58,7	4,4	0,8	84,5
$\bar{x}$	236,8	88,2	7,7	91,3	17,9	2,2	52,2
$\Sigma$	230,7	56,4	7,8	57,2	23,4	4,9	27,7
CV	97,4	63,9	100,9	62,6	130,4	229,0	53,1

$\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación.

De la Tabla 102 se infiere, que excepto por lo que respecta a las fracciones de nitrógeno nítrico y amoniacal, en general los coeficientes de variación son más elevados para los micronutrientes en comparación con los macronutrientes. De este el mayor CV de variación correspondió al Cd (229%) y el menor al B (53,1 %). Los coeficientes de variación de los elementos minoritarios estudiados disminuyeron según: Cd > Pb > Cu > Fe > Mn > Zn > B.

En la Tabla 103 se puede observar el análisis de componentes principales para macro- y micronutrientes extraídos en solución acuosa (1:5).

Contribuyen de un modo significativo al primer eje todos los macro- y microelementos considerados, excepto Na, Fe, Cd y Pb.

Tabla 103 – Análisis de componentes principales – Macro, Micro elementos y metales pesados en los sustratos iniciales

	1	2	3	4
<b>Nitrato</b>	0,777	-0,112	-0,374	-0,292
<b>Amonio</b>	0,682	0,168	0,575	0,145
<b>Sulfato</b>	0,727	-0,257	0,578	0,168
<b>Na</b>	0,176	-0,768	0,401	-0,040
<b>Mg</b>	0,526	0,110	-0,449	-0,396
<b>K</b>	0,885	-0,285	0,061	0,020
<b>P</b>	0,805	-0,148	0,353	-0,207
<b>B</b>	0,881	-0,057	0,023	0,342
<b>Mn</b>	0,788	0,180	-0,147	0,008
<b>Fe</b>	0,243	0,252	-0,438	0,795
<b>Cu</b>	0,755	0,136	-0,613	0,034
<b>Zn</b>	0,644	0,657	0,008	-0,241
<b>Cd</b>	-0,065	0,816	0,442	0,027
<b>Pb</b>	-0,020	0,918	0,318	-0,084

En la Tabla 104 se pueden observar las concentraciones de elementos mayoritarios extraídos en solución acuosa tras la cosecha. Estos datos corresponden a 17 muestras.

Comparando las Tablas 101 y 104 se observa que, por término medio, las concentraciones de nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal, sulfato, fósforo, potasio fueron inferiores a las obtenidas para el sustrato antes de ser utilizado; sin embargo las concentraciones medias de magnesio fueron similares y las de sodio fueron superiores en la solución acuosa del sustrato tras la cosecha

Tabla 104 -. Concentraciones de elementos mayoritarios extraídos en solución acuosa (1:5) de los sustratos, tras la cosecha, en mg/L.

Muestras	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	P	K	Mg	Na
P1	4,6	1,2	77,1	2,0	3,1	9,5	12,6
P2F	74,2	0,2	34,4	9,5	41,5	3,6	14,3
P2C	95,5	0,4	49,8	9,5	55,8	4,4	13,4
P3F	369,7	0,5	101,4	9,0	79,0	16,4	20,7
P3C	13,0	0,7	38,6	2,4	5,6	2,0	10,8
P4	400,0	1,2	120,0	13,7	64,7	17,9	15,9
P5	84,7	0,6	45,0	7,4	32,1	5,7	8,1
P5C	186,0	0,6	29,7	8,3	58,5	7,4	11,5
P5F	284,3	1,2	53,8	11,3	89,9	10,1	15,6
P6	8,1	1,7	25,0	2,5	7,8	1,6	14,9
P7	77,6	0,1	67,2	5,2	19,6	7,4	18,1
P8	8,3	1,7	29,2	1,4	2,6	2,0	10,2
P9	284,3	17,4	177,0	18,0	57,5	14,4	28,9
P10	92,0	1,5	71,0	6,4	13,8	5,8	15,8
P11	35,6	0,1	61,4	0,9	20,6	10,0	47,0
P12	45,4	0,2	120,0	7,2	27,7	15,7	32,7
P13	21,1	0,0	103,9	5,8	15,6	6,0	21,1
$\bar{x}$	122,6	1,7	70,9	7,1	35,0	8,2	18,3
$\Sigma$	131,8	4,1	41,5	4,6	27,8	5,2	9,8
CV	107,5	236,7	58,6	65,3	79,4	63,7	53,4

$\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación

Los coeficientes de variación de los aniones y cationes mayoritarios tras la cosecha disminuyeron de acuerdo con la secuencia: N-NH<sub>4</sub> > N-NO<sub>3</sub> > K >

Mg > P > SO<sub>4</sub> > Na, muy similar a la obtenida para los sustratos antes de su utilización.

Las concentraciones de microelementos tras la cosecha se consignan en la Tabla 105.

Tabla 105. Concentraciones de elementos minoritarios extraídos en solución acuosa (1:5) de los sustratos, tras la cosecha, en µg/L.

Muestras	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	B
P1	201,0	26,4	23,0	100,0	10,1	1,5	41,7
P2F	63,9	17,1	3,9	26,0	<0.50	0,1	29,5
P2C	73,8	27,4	6,5	27,3	<0.50	0,1	32,1
P3F	115,0	285,0	10,1	53,6	11,5	1,2	74,9
P3C	45,8	26,4	7,4	36,5	1,3	0,4	20,2
P4	198,0	374,0	9,2	72,7	2,7	0,2	65,2
P5	74,8	83,8	1,9	19,6	1,0	0,1	16,8
P5C	102,0	77,8	2,1	63,2	0,5	0,1	29,5
P5F	131,6	111,9	1,5	92,8	0,6	0,1	35,6
P6	272,0	19,2	7,0	50,4	4,7	0,1	227,0
P7	25,4	0,9	3,2	12,4	0,8	0,2	49,0
P8	82,4	5,9	7,3	39,7	1,0	0,1	21,8
P9	52,0	128,2	7,8	114,0	6,3	0,6	124,0
P10	62,0	13,2	11,2	66,4	2,8	0,3	49,3
P11	127,0	0,5	8,0	21,9	0,9	0,4	28,0
P1Los coe2	45,7	47,8	6,5	56,3	6,2	1,2	54,4
P13	21,0	23,6	1,7	27,7	<0.50	0,1	37,1
$\bar{x}$	99,6	74,7	7,0	51,8	3,6	0,4	55,1
$\Sigma$	68,8	104,4	5,1	30,0	3,7	0,5	51,3
CV	69,1	139,8	74,0	57,9	102,0	118,5	93,2

$\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación

Cuando se comparan las Tablas 103 y 105 se aprecia que las concentraciones de todos los microelementos, excepto boro disminuyen tras ser utilizados.

Los coeficientes de variación de los microelementos tras la cosecha se ordenaron de acuerdo con la secuencia: Mn > Cd > Pb > B > Cu > Fe > Zn.

Por otro lado en las Tablas 132 a 134 del anexo, se presentan resultados acerca de la precisión del análisis de los iones nitrato, amonio y sulfato disueltos en agua, tras la finalización del ciclo vegetativo de la planta ornamental. Al efectuar las determinaciones por triplicado se comprueba que en algunas muestras los coeficientes de variación de nitrato y amonio pueden superar el valor de 50%; por el contrario, los coeficientes de variación más elevados para el ión sulfato son del orden del 30%.

## 4.3 Caracterización de la planta

### 4.3.1 Elementos nutritivos

Se presentan en esta sección los resultados del análisis de elementos mayoritarios y minoritarios en la flor (Tablas 106 y 107), la parte aérea (Tablas 108 y 109) y la raíz (Tablas 110 y 111)

Tabla 106 - Concentraciones de macronutrientes en la flor, en g/kg

Muestras	N	K	P	Ca	Mg	S
P1	20,40	18,40	3,87	1,87	1,73	1,80
P2F	27,90	33,87	7,43	5,07	3,23	2,27
P2C	28,73	34,30	7,97	4,90	3,50	2,43
P3F	23,50	24,37	6,90	2,20	1,70	2,13
P3C	25,37	30,17	7,50	4,60	3,53	2,37
P4	29,73	31,87	9,27	5,87	3,73	2,67
P5	26,33	29,53	5,70	1,47	1,67	1,83
P5C	26,47	30,20	7,67	4,93	3,50	2,20
P5F	27,80	32,47	7,20	4,97	3,27	1,97
P6	19,03	24,93	5,33	4,67	2,97	2,03
P7	24,93	33,47	5,60	2,00	2,00	2,17
P8	15,03	15,07	2,97	4,63	3,80	1,47
P9	25,07	24,90	4,90	3,93	2,87	2,37
P10	28,63	22,83	4,30	4,30	3,00	1,80
P11	30,37	28,57	4,47	2,17	1,97	2,03
P12	24,57	30,10	6,67	3,23	2,17	2,20
P13	24,20	32,73	7,73	2,57	2,07	2,13
$\bar{x}$	25,18	28,10	6,20	3,73	2,75	2,11
$\sigma$	3,89	5,40	1,67	1,36	0,76	0,28
CV	15,45	19,22	26,95	36,51	27,53	13,15

$\bar{x}$ : Média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente de variación

Tabla 107 - Concentraciones de micronutrientes en la flor, en mg/kg

Muestras	Fe	Mn	Cu	Zn	B
P1	44,67	91,67	4,23	43,83	40,40
P2F	95,33	75,33	5,50	50,33	29,70
P2C	84,00	88,67	5,63	52,20	34,87
P3F	47,67	103,67	3,37	49,80	33,20
P3C	75,33	141,67	5,07	6F,77	58,43
P4	112,00	160,00	3,87	6F,20	70,53
P5	46,67	64,33	1,40	43,93	23,67
P5C	94,67	89,67	2,20	69,33	53,87
P5F	94,33	86,33	1,90	79,30	44,47
P6	47,33	97,00	4,23	52,87	146,07
P7	53,67	35,67	4,63	55,43	37,00
P8	32,33	60,67	1,43	42,10	62,83
P9	48,33	79,33	3,00	38,97	55,67
P10	37,67	62,00	2,77	48,47	58,97
P11	49,67	56,33	3,47	47,17	30,13
P12	49,33	102,67	4,77	51,73	33,47
P13	59,00	122,67	4,73	50,20	35,73
$\bar{x}$	63,06	89,27	3,66	52,86	49,94
$\sigma$	23,48	30,45	1,33	9,92	27,43
CV	37,24	34,11	36,27	18,76	54,93

$\bar{x}$  : Média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación



Tabla 108 - Concentraciones medias de macronutrientes en la parte aérea, en g/kg.

Muestras	N	K	P	Ca	Mg	S
P1	30,27	33,50	6,67	7,97	3,83	2,87
P2F	47,87	50,73	9,60	13,37	5,77	3,10
P2C	47,63	49,93	9,57	12,87	6,00	3,07
P3F	50,90	38,03	11,33	8,53	3,70	3,47
P3C	36,77	43,73	10,90	14,33	6,43	3,27
P4	55,77	50,37	12,80	14,83	5,67	3,63
P5	38,03	48,07	9,10	9,67	4,20	3,03
P5C	47,43	60,13	12,03	14,27	5,70	3,53
P5F	46,80	54,43	9,73	13,13	5,03	3,20
P6	28,77	36,13	5,87	12,23	6,30	2,67
P7	39,70	53,10	8,30	10,67	4,90	2,93
P8	17,67	20,03	3,13	11,53	11,03	1,93
P9	43,77	45,30	5,97	9,70	4,80	3,27
P10	29,40	36,93	5,43	10,00	5,27	2,23
P11	35,27	37,43	3,87	7,70	4,50	2,93
P12	42,73	39,23	9,30	10,83	5,00	3,47
P13	28,47	42,37	10,93	8,40	4,33	2,93
$\bar{x}$	39,25	43,50	8,50	11,18	5,44	3,03
$\sigma$	9,71	9,35	2,79	2,29	1,6F	0,43
CV	24,74	21,51	32,77	20,46	29,54	14,24

$\bar{x}$  : Média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 109 - Concentraciones medias de micronutrientes en la parte aérea, en mg/kg

Muestras	Fe	Mn	Cu	Zn	B
P1	78,33	260,33	5,37	93,00	31,60
P2F	103,67	205,67	6,83	84,73	24,57
P2C	109,00	208,67	6,73	90,70	23,67
P3F	76,00	333,67	4,90	106,37	23,13
P3C	82,67	337,67	6,60	122,13	32,33
P4	80,67	294,67	6,57	98,90	31,90
P5	74,33	278,67	1,47	100,40	32,17
P5C	105,33	156,33	3,57	132,33	32,80
P5F	102,67	141,00	3,27	134,97	27,83
P6	67,67	239,33	4,33	80,20	67,33
P7	65,67	81,33	5,40	82,83	31,10
P8	52,33	125,33	2,37	68,50	29,33
P9	58,00	188,67	3,93	36,03	32,30
P10	48,00	145,33	3,67	65,70	31,93
P11	68,67	182,67	3,27	56,77	17,77
P12	71,00	294,33	5,67	99,37	24,43
P13	87,67	340,00	4,53	95,87	21,83
$\bar{x}$	78,33	224,33	4,62	91,11	30,35
$\sigma$	17,93	78,27	1,55	25,04	10,28
CV	22,89	34,89	33,51	27,48	33,85

$\bar{x}$  : Média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 110 - Concentraciones medias de macronutrientes en la raíz, en g/kg

Muestras	N	K	P	Ca	Mg	S
P1	21,13	16,17	6,10	3,40	5,10	3,13
P2F	31,87	25,60	9,23	4,80	5,03	2,80
P2C	29,40	25,33	9,13	5,00	5,77	2,80
P3F	33,17	26,70	12,37	4,30	3,90	4,73
P3C	23,33	20,00	8,50	4,90	7,83	3,13
P4	36,90	26,53	10,97	5,97	5,10	3,83
P5	27,77	21,83	6,33	3,67	3,33	2,73
P5C	31,37	20,83	8,57	4,97	4,90	2,97
P5F	33,67	26,07	9,37	4,97	4,87	3,13
P6	22,00	18,97	5,90	4,90	8,00	2,63
P7	28,43	32,60	10,00	4,67	4,43	3,33
P8	16,30	7,33	2,20	4,87	8,00	1,73
P9	29,80	13,87	6,13	4,77	4,33	3,03
P10	23,20	7,40	4,07	7,50	7,40	2,40
P11	23,40	21,10	3,10	4,33	5,10	2,73
P12	21,23	24,27	6,40	4,50	3,90	2,83
P13	17,17	20,77	6,00	4,07	3,17	2,57
$\bar{x}$	26,48	20,90	7,32	4,80	5,30	2,97
$\sigma$	5,84	6,53	2,69	0,88	1,54	0,6F
CV	22,05	31,26	36,79	18,32	28,99	20,62

$\bar{x}$  : Média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 111 - Concentraciones medias de micronutrientes en la raíz, en mg/kg

Muestras	Fe	Mn	Cu	Zn	B
P1	82,67	108,67	13,33	71,67	26,33
P2F	102,33	113,00	63,90	92,57	28,23
P2C	95,67	140,67	46,77	119,70	30,80
P3F	171,33	163,00	19,57	114,47	39,27
P3C	88,67	176,00	58,87	83,27	30,40
P4	237,33	126,33	72,03	112,47	32,27
P5	101,67	73,00	13,47	83,00	17,87
P5C	132,67	70,00	58,30	145,10	28,47
P5F	133,00	72,00	79,17	141,40	29,67
P6	62,67	125,33	13,77	59,50	32,77
P7	107,67	47,00	37,13	158,57	43,77
P8	41,33	46,67	11,20	40,30	20,93
P9	79,00	69,00	13,60	51,37	29,77
P10	104,67	81,67	18,13	111,37	31,47
P11	65,00	82,00	8,53	51,17	21,20
P12	148,67	149,33	13,40	119,97	41,33
P13	127,67	213,67	13,07	65,27	39,10
$\bar{x}$	110,71	109,25	32,60	95,36	30,80
$\sigma$	44,94	46,38	24,13	34,88	6,93
CV	40,59	42,45	74,00	36,58	22,51

$\bar{x}$  : Média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación

En las Tablas 135, 136 y 137 del anexo se consignan las matrices de correlación entre los macro- y micronutrientes estudiados en la flor, la parte aérea y la raíz, respectivamente. En la Tabla 138 se presentan los valores de los coeficientes de correlación lineal entre flor-parte aérea, parte aérea-raíz y flor-raíz, respectivamente.

Al comparar las concentraciones medias en flor, parte aérea y raíz (Tablas 106, 108 y 110), se comprueba para todos los macronutrientes analizados (N, K, P, Ca, Mg y S), que las mismas son más elevadas en la parte aérea que en la raíz y la flor. Además, para N, P, Ca, Mg y S las concentraciones son más elevadas en la raíz que en la flor.

Por lo que respecta a las concentraciones medias de micronutrientes en flor, parte aérea y raíz (Tablas 107, 109 y 111), se observa que las concentraciones de Fe y Cu son más elevadas en la raíz que en la parte aérea y a su vez mayores en la parte aérea que en la flor. Sin embargo, las concentraciones de Mn y B son más elevadas en la flor. El Zn tiene concentraciones más elevadas en la raíz, menores en la parte aérea e intermedias en la flor.

Tanto en la raíz como en la parte aérea y la flor los coeficientes de correlación entre macro y micronutrientes no son en general significativas y solo en algunos casos presentan débiles coeficientes de correlación (Tablas 135, 136 y 137, respectivamente). En la flor, el coeficiente de correlación más elevado (0,913) corresponde al Ca y Mg. Presentan coeficientes de correlación medios K con N, así como K con P, y P con S, así como P con Fe y Fe con Zn.

En la parte aérea y la raíz, por el contrario, la correlación entre Ca y Mg no es significativa y la dependencia entre algunos otros elementos, aunque significativas, en algunos casos son siempre débiles.

En la Tabla 138 se comprueba que, en general para la mayor parte de los elementos estudiados los coeficientes de correlación entre la flor y la parte aérea son más elevados que entre la flor y la raíz o la parte aérea y la raíz. Este es el caso par P, Ca, Ca, MgS, Fe, Cu, Zn y B. Para el N y Mn, sin embargo, las correlaciones entre parte aérea y raíz es más elevada.

### 4.3.2 Evaluación de la calidad de la planta

La calidad de la planta se evaluó teniendo en cuenta datos cuantitativos como los diámetros de las flores y la parte aérea (Tabla 112) y datos semicuantitativos, obtenidos a partir de la clasificación morfológica (Tabla 113), cuyos fundamentos se presentaron en la sección de material y métodos. Por otro lado, se llevó a cabo una evaluación semicuantitativa de la infraestructura y capacitación y nivel técnico de la mano de obra (Tabla 114).

Tabla 112 – Diámetros médios de flores y partes aéreas

DIÁMETROS DE FLORES Y PARTE AÉREA		
PRODUCTORES	Ø DE FLORES(CM)	Ø DE PLANTAS(CM)
P1	7,90	17,90
P2F	7,40	18,00
P2C	7,90	16,80
P3F	7,60	13,40
P3C	7,30	14,20
P4	6,60	14,50
P5	8,90	16,50
P5C	7,60	18,50
P5F	7,40	17,10
P6	8,40	12,60
P7	9,30	17,00
P8	7,30	10,80
P9	8,10	22,00
P10	7,00	16,50
P11	6,70	13,80
P12	8,60	12,60
P13	8,40	12,70

Tabla 113 - Clasificación morfológica de calidad de la planta y raíz

Productores	Planta – Clasificación de calidad (%)			Raíz – Clasificación de calidad (%)			
	A1	A2	B	4	6	8	10
P1	77	23	0	10	23	63	3
P2F	53	47	0	27	33	40	0
P2C	53	47	0	17	33	40	0
P3F	3	73	23	27	60	13	0
P3C	20	60	20	0	37	63	0
P4	7	40	53	60	40	0	0
P5	17	80	3	17	53	23	7
P5C	60	40	0	17	43	40	0
P5F	37	60	3	17	37	43	3
P6	0	93	7	30	47	23	0
P7	53	47	0	7	53	40	0
P8	0	13	87	23	50	27	0
P9	100	0	0	0	43	47	10
P10	53	10	37	17	33	37	13
P11	77	23	0	0	0	43	57
P12	27	60	13	47	37	17	0
P13	37	43	20	13	17	33	3

Tabla 114 - Notas atribuidas en el cuestionario de los viveros a infraestructura y capacitación y nivel técnico de la mano de obra:

Productores	Nota Instalaciones	Nota Trabajadores
P1	8	8
P2F	8	8
P2C	8	8
P3F	8	6
P3C	8	6
P4	8	6
P5	8	8
P5C	8	8
P5F	8	8
P6	6	4
P7	8	6
P8	6	4
P9	8	6
P10	8	6
P11	8	10
P12	10	6
P13	8	8

El diámetro medio de las flores presentó un valor mínimos de 6,7 cm (P11) y un máximo de 9,3 cm (P7). El diámetro medio de la planta osciló entre 12,60 (P12) y 22,0 cm (P9) y no se observó dependencia entre ambos valores. Se observan diferencia de estos parámetros no solo entre productores, sino entre los diferentes tratamientos que ejecuta un productor determinado.

En relación a la calidad de la planta, el porcentaje de macetas adscritas la clase extra (A1) osciló entre 0 (P6 y P8) y 100% (P9), por que solo un productor alcanzó el máximo de excelencia. La clase de primera A2, de buena calidad, se observó en porcentajes que oscilan entre 0 (P9) y 73% (P3F). Por último, la clase de segunda, B, de regular calidad, no fue observada en 6 de los



17 tratamientos estudiados; en los 11 restantes, la clase B osciló entre 3 (P5) y 87 % (P8). La media de los viveros analizados ha dado como resultado unos valores de  $A1 = 39,65\%$ ;  $A2 = 44,65\%$  y  $B = 15,64\%$ , siendo por lo tanto la clase A2, de calidad buena, lo más frecuente, seguida de la clase A1 de calidad extra. La calidad de la planta en los dos tratamientos de P2 estudiados fue exactamente igual; sin embargo en P3 y P5 se observaron importantes diferencias entre los tratamientos que se analizaron.

Por lo que respecta a la calidad de las raíces, únicamente 7 de los 17 tratamientos estudiados presentaron macetas con desarrollo muy bueno, a las que corresponde un 10, en la escala de calidad. Dentro de este grupo destaca P11 evaluada con 10 en un 57% de las determinaciones efectuadas; de hecho en ninguna de las macetas de P11 se ha observado desarrollo mediano (6) o pobre (4) del sistema radicular. El porcentaje de raíces con buen desarrollo (8) osciló entre 0 (P4) y 63% (P1 y P3C); de hecho el productor P4 es el único que no obtuvo raíces de desarrollo muy bueno o bueno. Las raíces con desarrollo mediano (6) se observaron en todos los productores, excepto en P11, de modo que su porcentaje varió entre 0 (P11) y 60 %. También las raíces con pobre desarrollo se observaron en porcentajes que oscilaban entre el 0% (P9 y P11) y 60 % (P4). Las distribuciones de las notas medias de las raíces del conjunto de viveros estudiados fueron las siguientes: 10 = 5,65%; 8 = 34,82%; 6 = 37,58% y 4 = 19,35%. La calidad de las raíces en los diferentes tratamientos evaluados de los productores P2 y P5 es relativamente similar, mientras que los dos tratamientos del productor P5 presentan diferencias mayores.

En definitiva, tanto en lo referente a la calidad de las plantas como al desarrollo radicular la gran mayoría de las muestras se incluyen dentro del rango exigido por el mercado.

Para obtener un índice unitario de la calidad de las plantas y las raíces se llevaron a cabo cálculos ponderados a partir de las notas reflejadas en la Tabla 113. En el caso de las plantas, la ponderación se efectuó asignando pesos de 1, 0,5 y 0,25 a las clases A1, A2 y B, respectivamente, de modo que el índice puede oscilar, teóricamente entre 0 y 100. Para los 17 tratamientos estudiados este índice osciló entre 40,2 (P4) y 100 (P9). Se observó una correlación

significativa ( $P < 0,5$ ,  $R^2 = 0,59$ ) entre el índice de calidad unitario de la planta y el diámetro medio de la misma.

En el caso de las raíces, el índice unitario se obtiene multiplicando el porcentaje de cada clase por los pesos 1, 0,8, 0,6 y 0,4 para las clases con desarrollo muy bueno (10), bueno (8), regular (6) y pobre (4), de modo que este índice también oscila entre 0 y 100. Este índice presentó un valor mínimo de 48,0 (P4) y 91,4 (P11) para los 17 tratamientos estudiados. No se encontró correlación significativa entre los índices de calidad unitarios de raíz y parte aérea.

La nota atribuida a las instalaciones, inferida a partir del cuestionario que se presenta en Anexo, osciló entre 6 (P6 y P8) y 10 (P12), pero 14 de los 17 tratamientos estudiados no presentaron diferencias en cuanto a la evaluación siguiendo estos criterios, de modo que obtuvieron la nota 8. Por lo que respecta a la calificación técnica de los trabajadores, las notas oscilaron entre 4 (P6 y P8) y 10 (P11). Entre estos extremos, la calificación de los trabajadores fue de 6 para 7 de los tratamientos estudiados y de 8 para los 7 restantes. Por tanto, la aplicación de los cuestionarios elaborados permitió observar que la gran mayoría de los viveros estudiados presentaban un nivel de tecnología medio/alto, que se refleja en la nota media de los viveros de 7,88. Por otra parte, el nivel de capacitación técnica y formación, ha obtenido una nota media de 6,82.

#### **4.4 Relación entre el sustrato, la calidad y las características de la planta**

En este trabajo se han analizado las propiedades físicas y químicas generales de los sustratos, mediante la norma UNE-EN, así como el contenido en macro- y micronutrientes de la solución acuosa. De acuerdo con los datos de la bibliografía se admite que la fracción de elementos nutritivos extraídos en solución acuosa no representa a los elementos tomados por la planta. De hecho actualmente se tiende a utilizar la extracción mediante la solución DTPA para evaluar la fracción de elementos asimilables.

Por ello, para analizar la relación entre los sustratos y los parámetros que definen la calidad de la planta y las características de la misma se emplearon los datos de las propiedades físicas y químicas de los sustratos.

De entre todas las variables estudiadas en el sustrato, antes su utilización para el crecimiento de la planta ornamental, la densidad aparente fue la que presentó una correlación más elevada con el diámetro de las flores (Figura 82). En esta Figura se aprecia una tendencia al incremento del diámetro de la flor en función de la densidad aparente hasta valores del orden de 140 a 150 Kg/m<sup>3</sup>. Por lo tanto, parece recomendable no utilizar sustratos con densidades aparentes muy bajas, inferiores a 120 o 140 Kg/m<sup>3</sup>. Además se encontró una relación negativa entre porosidad total del sustrato y diámetro de las flores, con un valor de coeficiente de correlación ( $R^2 = -0.274$ ) similar al obtenido para la densidad.

La importancia de la dependencia positiva entre densidad aparente y diámetro de las flores (o de la dependencia negativa con la porosidad) se ve reforzada teniendo en cuenta que también se encontraron tendencias, si bien no significativas, al aumento de dicho diámetro en función del volumen de agua y a una disminución del mismo en función del volumen de aire. Por lo tanto estos resultados sugieren que una densidad aparentemente baja tiende a reducir el volumen de agua y a aumentar el volumen de agua, de modo que aunque estos se mantienen dentro del intervalo óptimo para el crecimiento de la planta podrían afectar al diámetro de la flor.

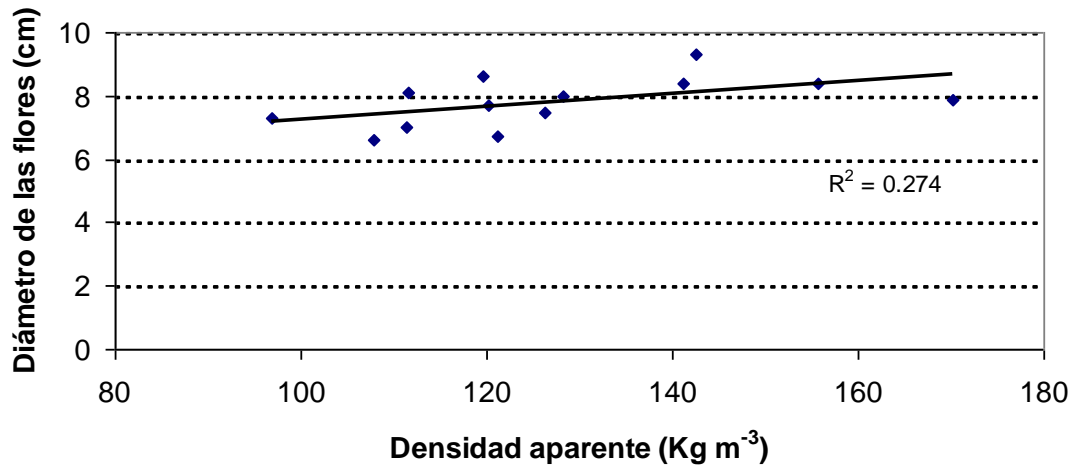


Figura 82. Relación entre densidad aparente del sustrato antes de su utilización y diámetro de las flores.

No se encontraron relaciones de dependencia lineal entre el diámetro de las flores y propiedades como el contenido en materia orgánica pH o conductividad eléctrica del sustrato comercial, antes de ser utilizado. Asimismo, tampoco encontraron correlaciones significativas entre el diámetro de la planta y las propiedades físicas y químicas del sustrato inicial.

## **CONCLUSÕES**



## 5 CONCLUSÕES

Todos os produtores utilizam formulações comerciais de substratos. Algumas misturam outros materiais como casca de pinus, perlita, argila e outros materiais inertes.

A grande maioria dos produtores tem origem familiar, sendo que as principais atividades, tais como produção, administração e comercialização estão divididas pelos distintos membros da família. Em diversos produtores coincidem duas gerações da mesma família.

Praticamente todos os produtores analisados na tese, utilizam máquinas e equipamentos, podendo-se considerar que o nível de automatização e mecanização é alto. As principais máquinas e equipamentos utilizados são: misturadoras de substrato, máquinas para completar os vasos com substrato, esteiras transportadoras, máquinas para tratamentos fitossanitários, sensores e programas de controle climático, etc.

Os parâmetros físicos da grande maioria dos substratos analisados estão dentro dos valores ótimos indicados por diversos autores.

A condutividade elétrica e pH, da grande maioria das amostras de substratos analisados, se encontra dentro de parâmetros recomendados. De maneira geral, as amostras finais dos substratos apresentaram valores de condutividade elétrica mais elevados que as amostras iniciais, isto se deve provavelmente as adubações realizadas durante o ciclo de produção.

A relação Carbono/Nitrogênio (C/N), da grande maioria das amostras analisadas, é ligeiramente superior ao recomendado por diversos autores, mas como os principais componentes dos substratos são turfas muito estáveis, este fator não afeta negativamente a qualidade dos substratos e o seu uso na horticultura ornamental.

Os níveis de macro e micro elementos de todos os substratos analisados, tanto nas mostras iniciais como finais, são inferiores aos recomendados por diversos autores. Isto se deve provavelmente a diferenças nas metodologias de extração das soluções de substratos para a análise.

Com a aplicação dos questionários, pode-se observar que a grande maioria dos viveiros estudados apresenta um nível de tecnologia classificado

como médio/alto, que vê refletido na nota média dos viveiros de 7,88. Já no critério nível de capacitação técnica e formação, a nota média dos viveiros foi de 6,82. Com relação à avaliação da qualidade das plantas, os valores médios dos viveiros foram de A1 = 39,65%; A2 = 44,65% y B = 15,64%.

Quanto à qualidade das raízes, as notas médias dos viveiros foram: 10 = 5,65%; 8 = 34,82%; 6 = 37,58% y 4 = 19,35%. Ou seja, tanto em relação à qualidade das plantas e do crescimento radicular, a grande maioria das amostras está dentro de parâmetros exigidos pelo mercado. Os valores médios das plantas foram de 15,58 cm e das flores de 7,79, superando as médias dos valores exigidos pelo mercado.

As metodologias de classificação de qualidade de plantas e raízes, desenvolvidas para esta tese se mostraram eficazes, de fácil utilização e adequadas às demandas e necessidades do mercado.



## **BIBLIOGRAFÍA**



## 6 BIBLIOGRAFÍA

**Abad, M., Martínez-Herrero, M.D., Martínez-García, P.F. y Martínez-Corts, J. (1992).** Evaluación agronómica de los Sustratos de Cultivo. I Jornada de Sustratos. Actas de Horticultura. 11, 141-154. SECH.

**Abreu, M.F.** Extração e determinação simultânea por emissão em plasma de nutrientes e elementos tóxicos em amostras de interesse agrônômico. 1997, 135f. Dissertação (Doutorado em Química) – Universidade Estadual de Campinas.

**Agencia Estatal de Metereología.** [www.aemet.es](http://www.aemet.es) ; consultado el 11.07.2014.

**Atiyeh, R.M.; Edwards, C.A.; Subler, S.; Metzger, J.D. (2001):** Pig manure vermicompost as a component of horticultural bedding plant medium: effects on physic-chemical properties and plant growth. In: Bioresource Technology nº 78 (2001), pp. 11 – 20.

**Ansorena Miner, J. (1994).** Sustratos: propiedades y caracterización. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 172 p.

**Ansorena, J., Batalla, E. y Merino, D. (2014).** Propiedades fisicoquímicas del compost de residuos de alimentos y su empleo como componente de sustratos. XI Jornadas de la SECH. Zizurkil, 25-27 jun.

**Asproga – Asociación de productores de plantas ornamentales de Galicia.** [www.asproga.com](http://www.asproga.com) , consultado en 10.07.2010.

**Bailey, D.A. 1995.** Georgia Commercial Flower Grower Association Newsletter – June – August.

**Bailey, D.A.; Nelson, P.V.; Fonteno, W.C. (2002):** Substrate pH and water quality. <http://www.nurserycropscience.info/water/source-water-quality/other-references/substrate-ph-and-water-quality.pdf/view> , consultado el 05.02.2013.

**Bear F. 1963.** Química del Suelo. Ediciones Interciencia, Madrid.

**Bornemisza, E. 1982.** Introducción a la Química de Suelo. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington D.C.

**Bucher, A.; (2009):** Ziegelbruch als Substratzuschlagstoff. . Infodienst Weihenstephan.

<http://www.hswt.de/fgw/infodienst/2009/oktober/substratkomponenten.html> ,  
consultado el 03.02.2013.

**Burés, Silvia, 2002** – *Revista Horticultura – Extra 2002. 70 -78.*

**Certificación MPS.** [www.my-mps.com](http://www.my-mps.com) ; consulado el 15.02.2013.

**De Boodt, M. y Verdonck, O. (1972).** The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta de Horticultura.* 26, 37-44.

**Eptein, E. and Bloom, A. J. 2004.** Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. 2ed. Sunderland Sinauer Associates.

**Evans, M.; Stamps, R. (1996):** Growth of bedding plants in Sphagnum peat and coir dust-based substrates. In: *Journal of Environmental Horticulture*, vol4, nº 4, pp. 187 – 190.

<http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio5/10-vermicomposta.pdf> ; consultado el 31.01.2013.

**Fair Flowers Fair Plants.** Programa de promoción de consumo y comercialización de flores y plantas ornamentales producidas de forma respetuosa con el medio ambiente. [www.fairflowersfairplants.com](http://www.fairflowersfairplants.com) ; consultado el 15.02.2013.

**FEAPS Castilla y León** - Federación de entidades de familiares de personas con discapacidad intelectual. [www.feapscyl.org](http://www.feapscyl.org) ; consultado el 16.07.2013.

**Fischer, P., (1996)** (in Horn, W., Herausg.): Kultursubstrate. Zierpflanzenbau. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin und Wien.

**Floragard Vertriebs Gmb fur Garten Bau.** [www.floragard.de](http://www.floragard.de) ,  
consultado en 15.07.2014 .

**Floraska Turba y Sustratos.** [www.floraska.com](http://www.floraska.com) . Consultado en 22.07.2014.

**Florverde.** Normas ambientales de Asociación Colombiana de Exportadores de Flores - Asocolflores . [www.verdeflora.org](http://www.verdeflora.org) . Consultado en 15.07.2013.

**FlorEcuador.** Programa de certificación medio-ambiental para productores de Flores de la Asociación de Productores y Exportadores de Flores de Ecuador. [www.flordeecuador.org](http://www.flordeecuador.org) . Consultado el 15.07.2013.

**García, O.; Alcántar, G.; Cabrera, R.I.; Gavi, R.; Volke, V. (2001):** Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. In: Terra Latinoamericana, año/vol. 19, nº 003, julio-septiembre, pp. 249 – 258.

**Gabriëls, R. (1985).** Nutritional requirements of substrates for ornamental plant cultivation. In: Arxius de l'Esc Sup. d'Agricultura Nº 8, Barcelona, pp. 23 – 26.

**Gabriëls, R., Van Keirsbulck, W. and Engels, H. (1985).** COMPUTER AIDED CHEMICAL ANALYSIS AND FERTILIZER RECOMMENDATION OF COMPOSTS AND OTHER SUBSTRATES. Acta Hortic. 172, 245-250 DOI:10.17660/ActaHortic.1985.172.25

<http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.1985.172.25>

**Garden Magazine, febrero 2002.** Gramoxchange. Pg 16.

**GlobalG.A.P – Certificación Global para las Buenas Practicas Agrícolas.** <http://www.globalgap.org> ,consultado el 15.07.2013.

**Google Earth.** [www.earth.google.es](http://www.earth.google.es) ; consultado el 15.07.2014.

**Gramoflor GmbH & Co KG.** [www.gramoflor.com](http://www.gramoflor.com); consultado el 20.07.2014.

**Guerrero, F. (1989).** *Estudio de las propiedades físicas y químicas algunas turbas españolas y su posible aprovechamiento agrícola.* Colección Tesis Doctorales I.N.I.A., Nº 76.

**Hernández Godínez, F.; Jiménez González, O. (2003):** El uso de tierra de hoja en la producción de planta ornamental: el caso de Xochimilco. Tesis doctoral. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. México, 106 pp.

**Hernández, J.A.; Guerrero, F.; Mármol, L.E.; Bárcenas, J.M.; Salas, E. (2008):** Caracterización física según granulometría de dos vermicompost derivados de estiércol bovino puro y mezclado con residuos de fruto de palma aceitera. In: Interciencia, vol. 33, nº 9, septiembre 2008, pp. 668 – 671.

**Horticom – Revista Horticultura, Agosto 2013.** *Humectante Floragard Flora Instant Plus*, pg. 16.

**Hortifair.** Exposición Internacional de Horticultura. [www.hortifair.com](http://www.hortifair.com) ; consultado el 20.02.2013.

**Iberflora – Feria Internacional de Planta y Flor, Paisajismo, Jardinería, Tecnología Y Bricojardin** . [www.iberflora.feriavalencia.com](http://www.iberflora.feriavalencia.com) ; consultado el 21.07.2013.

**Instituto Português do Mar e da Atmosfera.** [www.ipma.pt](http://www.ipma.pt) ; consultado el 11.07.2014.

**Invernaderos Fertri S.L.** [www.fertri.com](http://www.fertri.com); consultado el 16.07.2013.

**Invernaderos Trigo S.A.** [www.invernaderostrigo.com](http://www.invernaderostrigo.com) ; consultado el 16.07.2013.

**IPM – Essen. Exposición Internacional de Plantas Ornamentales y Flores.** [www.ipm-essen.de](http://www.ipm-essen.de) ; consultado el 20.02.2013.

**Jorgensen, Martin (2006)** – Producción de pensamientos de flor grande – La Clave para tener éxito - **[www.sakataornamentals.com](http://www.sakataornamentals.com)**, consultado 20.01.2011.

**Jiffy Products España S.L.U.(Tref)** . [www.jiffygroup.com](http://www.jiffygroup.com) .Consultado el 15.07.2014.

**Jauch, M. (2009):** Poröses Vulkangestein – Schaumlava und Bims. Infodienst Weihenstephan. <http://www.hswt.de/fgw/infodienst/2009/november/substratkomponenten.html> , consultado el 02.02.2013

**Lemaire, F. y col. 1989. “Cultures en pots et conteneurs: Principes agronomiques et applications”. INRA. París.**

**Klasmann – Deilmann GmbH.** [www.klasmann-deilmann.com](http://www.klasmann-deilmann.com) ; colstado el 15.07.2014.

**Kelly, R.; Deng, Z.; Harbaugh, B. (2006):** Evaluation of Viola cultivars as bedding plants and establishment of the Best-of-Class. In: Horticultural Technology, vol. 16, nº 1, January/March 2006. Pp. 167 – 171.

**Lohr, D. (2009a):** Ton als Substratzuschlagstoff. Infodienst Weihenstephan. <http://www.hswt.de/fgw/infodienst/2009/juli.html> , consultado el 02.02.2013.

**Lohr, D. (2009b):** Blähton. Infodienst Weihenstephan. <http://www.hswt.de/fgw/infodienst/2009/mai.html> , consultado el 02.02.2013.

**Lohr, D. (2009c):** Perlite als Substratzuschlagstoff. Infodienst Weihenstephan.

<http://www.hswt.de/fgw/infodienst/2009/august/substratkomponenten.html> ,  
consultado el 02.02.2013.

**Manahan S. (2000). Environmental Chemistry. CRC Press LLC, Columbia.**

**Masaguer, A y Lopez-Cuadrado, M.C.(2006).** Sustratos para viveros. Número extraordinario sobre viveros, Revista Horticultura, página 44-50.

**Ministerio de la Presidencia, España (2010):** Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo. In: Boletín Oficial del Estado, nº 170, sección I, pp. 6F831 – 6F859.

**Moreno Reséndez, A. (2004):** Origen, importancia, y aplicación de vermicompost para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 15 pp.

**Navarro J. P., Aguilar I. y López-Moya J. R. (2007).** Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. Ecosistemas, Volumen II.

**OTA – Organic Trade Association.** [www.ota.com](http://www.ota.com); consultado el 20.02.2013.

**PanAmerican Seed.** Fichas técnicas de germinación de semillas y producción de *Viola x wittrockiana*. [www.panamericanseed.com](http://www.panamericanseed.com) . Consultado el 15.06.2012.

**Pastor Sáez, N. (1999):** Utilización de sustratos en viveros. In: Terra, vol 17, nº 3, pp 231 – 235.

**Pindstrup Mosebrug S.A.E.** [www.pindstrup.es](http://www.pindstrup.es); consultado el 18.07.2014 .

**Sakata Ornamental Corporation.** [www.sakataseed.co.jp](http://www.sakataseed.co.jp); consultado el 15.06.2012.

**Scott H. 2002.** Cationes de Intercambio. Análisis de K-Na-Ca-Mg disponible en Suelos: Método de la Extracción con Acetato de Amonio a pH = 7. Universidad de Santiago de Chile.

**Sociedad Española de Ciencias Forestales (2005):** Diccionario Forestal. Editorial Mundiprensa, Madrid, 1294 pp.

**Stamps, R. and Evans, M. (1997):** Growth of *Dieffenbachia maculata* “Camille” in growing media containing Sphagnum peat and coconut coir dust. In: Horticultural science nº 32, vol. 5, pp. 844-847.

**Stender AG.** www.stender.de ; consultado el 15.07.2014

**Sonneveld, C. & Urrestarazú, M. (2010):** La salinidad en cultivos sobre sustratos. In: Horticultura Global nº 292, pp. 48 – 55.

**Terés Terés, V., (2010):** Relaciones aire-agua en sustratos de cultivo como base para el control de riego. Metodología de laboratorio y modelización. Tesis doctoral. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 483 pp.

**Thomsen, Rainer, 1999. Cocopor<sup>®</sup> a Ccofiber- and Peat-Based Soil Additive.** V. 49, pp 409. IPPS – International Plant Propagators Society, USA.

**UNE-EN 13652:2001.** Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo: Extracción de nutrientes y elementos solubles en agua. AENOR. Madrid, España. p.19.

**UNE-EN 13041:2001:** Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo: Determinación de propiedades físicas. Densidad aparente seca, volumen de aire, volumen de agua, valor de contracción y porosidad total. AENOR. Madrid, España. p.25.

**UNE-EN 13652:2001.** Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo: Extracción de nutrientes y elementos solubles en agua. AENOR. Madrid, España. p.19.

**Urrestarazu, M. (coord.) (2004):** Tratado de cultivos sin suelo. 3ª Edición. Editorial Mundi Prensa, Madrid. 914 pp.

**Urrestarazú, M.; Mazuela, P.; Del Castillo, J.; Sádaba, S.; Muro, J. (2005):** Fibra de pino: un sustrato ecológico. In: Horticultura Internacional nº 49, agosto 2005, pp. 28 – 33.

**Vereiniging van Bloemenveilingenin Nederland VBN (2000):** Produktspezifikation Beetpflanzen. Ed. Verband Niederländischer Blumenversteigerunszentralen, Aalsmer, NL, 7 pp.



**Vereininging van Bloemenveilingen in Nederland VBN (2010):** Product specification. Garden Plants General. . Ed. Verband Niederländischer Blumenversteigerunszentralen, Aalsmer, NL, March 2010. 11pp.

**Veriflora.** Certificación para flores y plantas ornamentales para comercialización en el mercado de Estados Unidos. [www.veriflora.com](http://www.veriflora.com). Consultado en 10.02.2013 .

**Xavier, X.C.; Conceição, D.; Moraes, R.M.; Morselli, T. (2007):** Produção de Viola tricolor L. em diferentes substratos orgânicos.

**Wade & Thomas(2009): Texas A&M University - Act Sheet for Texas A&M Floriculture Program.** <http://aggie-horticulture.tamu.edu/floriculture/hort429/lecture/pansyfact.pdf> , consultado el 06.02.2013.

**Wageningen UR Greenhouse Horticultures.** [www.wageningenur.nl](http://www.wageningenur.nl) , consultado el 15.07.2013.



**ANEXOS**

---



## 7 ANEXOS

### 7.1 Cuestionario para caracterización del nivel tecnológico medio de los viveros de plantas ornamentales, con énfasis en los sustratos

#### 7.1.1 Características generales del vivero

a) Superficie de producción:

I	0-300.000m <sup>2</sup>
II	3.000-10.00m <sup>2</sup>
III	Más que 10.000m <sup>2</sup>

b) Diversidad de cultivos:

I	1-10 especies
II	10-30 especies
III	Más de 30 especies

c) Asesoramiento:

I	Técnico de la empresa
II	Técnico externo
III	Técnico de los proveedores

d) Número de empleados:

I	0-5
II	5-10
III	Más que 10

e) Tiempo de actividad:

I	0-3 años
II	3-7 años
III	Más que 7 años

f) Línea de producción:

I	Plantas arbustivas
II	Plantas aromáticas
III	Plantas de temporada:
1	Origen esqueje
2	Origen semillas

g) Comercialización:

I	Propia:
1	Mayoristas
2	Público
3	Centros de jardinería
4	Floristerías
II	Empresa comercial
III	Cooperativas

h) Busca de Informaciones:

I	Visitas a ferias
II	Visitas a otros productores
III	Visitas a campos de ensayos y charlas de proveedores
IV	Revistas del sector
V	Formación específicas:
1	Cursos de FP
2	Universidades

### 7.1.2 Infraestructura del Vivero

- a) Producción en campo
- b) Producción en Invernaderos:

I	Tipo de estructura de invernaderos
II	Cubierta:
1	Plástico
2	Policarbonato
3	Cristal
III	Altura de los invernaderos
IV	Ventilación zenital
V	Ventilación lateral

- c) Nivel de mecanización/tecnología:

I	Pantallas térmicas
II	Maquinas para plantar
III	Mezcladoras de sustratos
IV	Máquinas de poda
V	Máquinas para tratamientos fitosanitarios
VI	Calefacción:
1	Eléctrica
2	Gasoil
3	Gas
4	Biomasa

d) Tecnología de Producción:

I	Local de Cultivo:
1	Directamente en el suelo
2	Sobre mallas de cultivo
3	En canteros de hormigón
4	Mesas de cultivo

II	Sistema de riego:
1	Aspersión
2	Gotero
3	Inundación

III	Sistema de tratamiento fitosanitario:
1	UBV
2	Mochila
3	Barras de presión

### 7.1.3 Sustrato de cultivo y riego

a) Adquisición de los sustratos

I	Compra formulaciones propias para el cultivo
II	Prepara su propia formulación
III	Compra sustratos comerciales y mezcla otros elementos

b) Materiales más utilizados:

I	Turba rubia
II	Turba negra
III	Cortezas vegetales
IV	Fibra de coco



c) Análisis de los sustratos:

I	Completa de macro y micro-elementos
II	pH y conductividad
III	pH, conductividad y nitratos

d) Recoger muestras de sustratos un grupo de viveros para una caracterización físico-química

e) Agua de riego:

I	Pozo
II	Tanques
III	Ríos y regatos
IV	Recogida de agua de la lluvia

f) Recoger muestras de agua de riego un grupo de viveros para una caracterización físico-química

g) Abonado

I	Liberación lenta
II	Liberación lenta + fertirrigación
III	Abonado de fondo + fertirrigación
IV	Fertirrigación

## 7.2 Sustrato inicial

Tabla 115 - Resultados de la densidad aparente seca ( $D_{BD}$ ) en  $\text{kg/m}^3$  de las muestras de sustrato, antes de plantar

Muestra	R1	R2	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1-Ai	172,3	168,2	170,3	2,1	1,2
P2-Ai	118,8	121,5	120,2	1,4	1,2
P3-Ai	126,2	126,2	126,2	0,0	0,0
P4-Ai	108,6	107,0	107,8	0,8	0,7
P5-Ai	125,8	130,7	128,3	2,5	1,9
P6-Ai	139,7	142,8	141,2	1,6	1,1
P7-Ai	142,7	142,6	142,6	0,0	0,0
P8-Ai	98,7	95,0	96,8	1,8	1,9
P9-Ai	113,0	109,9	111,5	1,6	1,4
P10-Ai	115,6	107,3	111,5	4,2	3,7
P11-Ai	120,0	122,4	121,2	1,2	1,0
P12-Ai	118,3	120,8	119,6	1,2	1,0
P13-Ai	154,7	156,6	155,6	1,0	0,6

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$ : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 116 - Resultados de porosidad total (Ps) en % de las muestras de sustrato inicial

Muestra	R1	R2	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1-Ai	90,1	90,3	90,2	0,12	0,13
P2-Ai	93,1	93,0	93,1	0,08	0,09
P3-Ai	93,1	93,1	93,1	0,00	0,00
P4-Ai	93,6	93,7	93,7	0,04	0,05
P5-Ai	92,8	92,5	92,6	0,14	0,15
P6-Ai	92,0	91,9	91,9	0,09	0,10
P7-Ai	91,8	91,8	91,8	0,00	0,00
P8-Ai	94,3	94,5	94,4	0,11	0,11
P9-Ai	93,7	93,9	93,8	0,09	0,09
P10-Ai	93,4	93,9	93,6	0,24	0,25
P11-Ai	93,3	93,2	93,3	0,06	0,07
P12-Ai	93,2	93,0	93,1	0,07	0,08
P13-Ai	91,1	91,0	91,1	0,06	0,06

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$ : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 117 - Resultados del valor de contracción (S) en % de las muestras de sustrato inicial

Muestra	R1	R2	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1-Ai	24,0	12,0	18,0	6,0	33,3
P2-Ai	27,3	27,3	27,3	0,0	0,0
P3-Ai	24,0	24,0	24,0	0,0	0,0
P4-Ai	27,3	32,2	29,8	2,4	8,2
P5-Ai	13,5	11,6	12,6	0,9	7,4
P6-Ai	20,6	18,8	19,7	0,9	4,4
P7-Ai	27,3	25,6	26,4	0,8	3,1
P8-Ai	24,0	22,3	23,1	0,9	3,7
P9-Ai	25,6	20,6	23,1	2,5	11,0
P10-Ai	27,3	27,3	27,3	0,0	0,0
P11-Ai	28,9	27,3	28,1	0,8	2,9
P12-Ai	28,9	27,3	28,1	0,8	2,9
P13-Ai	27,3	30,5	28,9	1,6	5,5

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$ : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 118 - Resultados de volumen del agua (Wv) en % de las muestras de sustrato inicial

Muestra	R1	R2	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1-Ai	79,5	77,4	78,5	1,0	1,3
P2-Ai	78,2	77,7	78,0	0,2	0,3
P3-Ai	69,9	69,9	69,9	0,0	0,0
P4-Ai	64,7	63,8	64,3	0,4	0,6
P5-Ai	58,5	58,3	58,4	0,1	0,1
P6-Ai	61,9	62,4	62,1	0,3	0,4
P7-Ai	79,5	82,3	80,9	1,4	1,7
P8-Ai	50,6	49,1	49,8	0,8	1,5
P9-Ai	58,4	56,4	57,4	1,0	1,8
P10-Ai	65,8	67,8	66,8	1,0	1,5
P11-Ai	68,4	67,5	67,9	0,5	0,7
P12-Ai	77,7	78,3	78,0	0,3	0,3
P13-Ai	77,9	79,7	78,8	0,9	1,1

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$ : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 119 - Resultados del volumen de aire (Av) en % de las muestras de sustrato inicial

Muestra	R1	R2	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1-Ai	10,5	12,9	11,7	1,2	10,0
P2-Ai	14,9	15,2	15,1	0,2	1,1
P3-Ai	23,2	23,2	23,2	0,0	0,0
P4-Ai	29,0	29,9	29,4	0,5	1,6
P5-Ai	34,3	34,2	34,2	0,1	0,2
P6-Ai	30,1	29,5	29,8	0,3	1,2
P7-Ai	12,3	9,5	10,9	1,4	12,6
P8-Ai	43,7	45,4	44,6	0,9	2,0
P9-Ai	35,3	37,5	36,4	1,1	3,0
P10-Ai	27,6	26,1	26,8	0,7	2,8
P11-Ai	24,9	25,7	25,3	0,4	1,6
P12-Ai	15,4	14,8	15,1	0,3	2,2
P13-Ai	13,2	11,3	12,3	0,9	7,6

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$ : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 120 - Valores de Carbono (%), nitrógeno (%), relación C/N, hidrógeno (%) y azufre (%) en sustrato inicial

Muestras	C	N	C/N	H	S
P1Ai	47,2	1,1	41,8	5,4	0,3
P2Ai	43,8	1,0	43,3	6,8	0,3
P3Ai	39,2	0,9	45,2	4,4	0,3
P4Ai	43,9	0,9	50,8	6,8	0,2
P5Ai	43,7	1,1	47,7	5,5	0,2
P6Ai	44,6	0,9	51,9	5,4	0,2
P7Ai	46,1	1,3	35,6	5,6	0,3
P8Ai	43,5	0,9	48,7	6,7	0,2
P9Ai	42,2	1,2	36,0	6,4	0,4
P10Ai	43,0	1,1	38,1	6,2	0,2
P11Ai	42,5	0,9	47,8	5,6	0,2
P12Ai	44,9	1,0	43,5	5,6	0,3
P13Ai	38,7	1,1	34,5	6,3	0,2
$\bar{x}$	43,3	1,0	43,5	5,9	0,3
$\sigma$	2,3	0,1	5,7	0,7	0,1
CV	5,3	13,3	13,1	11,3	23,8

$\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvio estándar; CV: coeficiente variación

### 7.3 Sustrato final

Tabla 121 - Valores de materia seca (%) en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	56,7	78,9	64,2	66,6	9,2	13,8
P2F	48,7	45,0	52,8	48,8	3,2	6,6
P2C	71,2	63,8	58,3	64,4	5,3	8,2
P3F	43,2	36,4	44,1	41,2	3,5	8,4
P3C	77,7	61,7	65,6	68,3	6,8	10,0
P4	60,2	51,2	43,7	51,7	6,7	13,0
P5	54,8	49,8	42,8	49,1	4,9	10,1
P5C	68,9	70,0	71,4	70,1	1,0	1,5
P5F	74,5	61,1	73,4	69,6	6,1	8,7
P6	42,2	40,7	44,0	42,3	1,4	3,2
P7	66,7	48,6	52,7	56,0	7,7	13,8
P8	69,0	62,5	54,9	62,1	5,7	9,2
P9	66,9	51,7	81,9	66,9	12,4	18,5
P10	59,2	52,7	45,8	52,6	5,5	10,4
P11	80,3	91,5	90,8	87,5	5,1	5,8
P12	39,4	42,7	29,4	37,1	5,7	15,2
P13	38,4	36,9	36,7	37,4	0,8	2,0

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$ : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación



Tabla 122 - Valores de humedad en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	43,3	21,1	35,8	33,4	9,2	27,6
P2F	51,3	55,0	47,2	51,2	3,2	6,3
P2C	28,8	36,2	41,7	35,6	5,3	14,8
P3F	56,8	63,6	55,9	58,8	3,5	5,9
P3C	22,3	38,3	34,4	31,7	6,8	21,5
P4	39,8	48,8	56,3	48,3	6,7	13,9
P5	45,2	50,2	57,2	50,9	4,9	9,7
P5C	31,1	30,0	28,6	29,9	1,0	3,5
P5F	25,5	38,9	26,6	30,4	6,1	20,0
P6	57,8	59,3	56,0	57,7	1,4	2,3
P7	33,3	51,4	47,3	44,0	7,7	17,6
P8	31,0	37,5	45,1	37,9	5,7	15,2
P9	33,1	48,3	18,1	33,1	12,4	37,3
P10	40,8	47,3	54,2	47,4	5,5	11,5
P11	19,7	8,5	9,2	12,5	5,1	40,9
P12	60,6	57,3	70,6	62,9	5,7	9,0
P13	61,6	63,1	63,3	62,6	0,8	1,2

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 123 - Valores de MO (%) en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	71,8	76,0	74,5	74,1	1,7	2,3
P2F	88,3	87,4	87,5	87,7	0,4	0,5
P2C	88,0	87,7	87,7	87,8	0,1	0,2
P3F	81,5	81,8	84,1	82,5	1,2	1,4
P3C	85,8	85,4	85,7	85,6	0,2	0,2
P4	70,7	73,8	77,1	73,9	2,6	3,5
P5	91,3	91,2	90,7	91,1	0,3	0,3
P5C	92,8	92,1	90,5	91,8	1,0	1,0
P5F	91,1	92,0	90,8	91,3	0,5	0,6
P6	87,4	89,0	88,5	88,3	0,7	0,8
P7	90,7	90,5	90,7	90,6	0,1	0,1
P8	92,7	93,2	92,0	92,6	0,5	0,5
P9	84,2	84,5	85,3	84,7	0,5	0,5
P10	88,3	87,3	84,9	86,8	1,4	1,6
P11	71,1	67,9	67,8	68,9	1,5	2,2
P12	89,3	88,7	88,3	88,8	0,4	0,5
P13	79,2	89,3	89,7	86,1	4,9	5,6

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 124- Valores de Cenizas en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	28,2	24,0	25,5	25,9	1,7	6,7
P2F	11,7	12,6	12,5	12,3	0,4	3,3
P2C	12,0	12,3	12,3	12,2	0,1	1,2
P3F	18,5	18,2	15,9	17,5	1,2	6,6
P3C	14,2	14,6	14,3	14,4	0,2	1,2
P4	29,3	26,2	22,9	26,1	2,6	10,0
P5	8,7	8,8	9,3	8,9	0,3	2,9
P5C	7,2	7,9	9,5	8,2	1,0	11,7
P5F	8,9	8,0	8,2	8,4	0,4	4,6
P6	12,6	11,0	11,5	11,7	0,7	5,7
P7	9,3	9,5	9,3	9,4	0,1	1,0
P8	7,3	6,8	8,0	7,4	0,5	6,7
P9	15,8	15,5	14,7	15,3	0,5	3,0
P10	11,7	12,7	15,1	13,2	1,4	10,8
P11	28,8	32,1	32,2	31,0	1,6	5,1
P12	10,7	11,3	11,7	11,2	0,4	3,7
P13	20,8	10,7	10,3	13,9	4,9	34,9

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 125 - Datos de pH de las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	5,9	6,3	6,3	6,2	0,2	5,9
P2F	5,3	5,8	5,7	5,6	0,2	5,3
P2C	6,0	6,1	6,1	6,1	0,0	6,0
P3F	5,5	5,9	5,7	5,7	0,2	5,5
P3C	6,4	6,6	6,9	6,6	0,2	6,4
P4	4,5	4,5	4,6	4,5	0,1	4,5
P5	5,1	5,2	5,1	5,2	0,0	5,1
P5C	4,7	4,4	4,4	4,5	0,1	4,7
P5F	5,5	5,5	5,5	5,5	0,0	5,5
P6	4,5	4,5	4,2	4,4	0,2	4,5
P7	5,1	4,8	5,0	5,0	0,2	5,1
P8	5,4	6,0	5,7	5,7	0,2	5,4
P9	6,1	6,0	6,1	6,0	0,1	6,1
P10	5,2	5,3	5,4	5,3	0,1	5,2
P11	6,9	7,3	6,5	6,9	0,4	6,9
P12	6,5	6,5	6,5	6,5	0,0	6,5
P13	6,2	6,2	6,2	6,2	0,0	6,2

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 126 - Conductividad eléctrica, CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	257,0	267,0	296,0	273,3	16,5	6,1
P2F	393,0	421,0	538,0	450,7	62,8	13,9
P2C	472,0	459,0	603,0	511,3	65,0	12,7
P3F	1361,0	950,0	1713,0	1341,3	311,8	23,2
P3C	332,0	359,0	328,0	339,7	13,8	4,1
P4	1804,0	1898,0	1252,0	1651,3	285,0	17,3
P5	638,0	536,0	550,0	574,7	45,1	7,9
P5C	553,0	686,0	627,0	622,0	54,4	8,7
P5F	867,0	1015,0	753,0	878,3	107,3	12,2
P6	242,0	351,0	258,0	283,7	48,1	16,9
P7	1940,0	1720,0	1480,0	1713,3	187,9	11,0
P8	303,0	177,4	388,0	289,5	86,5	29,9
P9	1196,0	1113,0	1265,0	1191,3	62,1	5,2
P10	2870,0	2080,0	1907,0	2285,7	419,2	18,3
P11	223,0	181,3	249,0	217,8	27,9	12,8
P12	985,0	646,0	906,0	845,7	144,8	17,1
P13	377,0	396,0	475,0	416,0	42,4	10,2

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 127 - Valores de carbono (%) elemental en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	38,2	40,7	41,2	40,0	1,3	3,2
P2F	45,0	43,3	42,7	43,6	1,0	2,2
P2C	42,7	45,4	42,6	43,6	1,3	3,0
P3F	43,1	-	42,6	42,9	0,2	0,6
P3C	44,0	43,9	42,5	43,5	0,7	1,6
P4	35,0	38,1	38,1	37,1	1,5	3,9
P5	44,8	45,9	44,1	44,9	0,7	1,6
P5C	47,0	48,2	48,5	47,9	0,7	1,4
P5F	45,3	45,8	46,6	45,9	0,5	1,2
P6	46,3	45,5	45,7	45,9	0,3	0,7
P7	43,9	44,5	44,8	44,4	0,4	0,8
P8	46,6	47,4	47,0	47,0	0,3	0,7
P9	42,4	41,4	42,1	42,0	0,4	1,0
P10	42,9	40,3	38,3	40,5	1,9	4,6
P11	31,8	33,8	28,2	31,3	2,3	7,3
P12	44,8	44,7	43,6	44,4	0,6	1,3
P13	46,5	46,4	46,0	46,3	0,2	0,5

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 128 - Valores de nitrógeno (%) elemental en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	1,0	1,0	1,1	1,0	0,0	2,4
P2F	0,9	0,9	0,9	0,9	0,0	2,5
P2C	0,8	0,9	0,9	0,9	0,0	3,2
P3F	1,0	-	1,0	1,0	0,0	1,8
P3C	1,0	1,0	0,9	1,0	0,0	2,4
P4	0,9	1,0	0,9	0,9	0,0	4,2
P5	0,8	0,7	0,7	0,7	0,0	1,7
P5C	0,7	0,7	0,7	0,7	0,0	1,5
P5F	0,9	0,8	0,7	0,8	0,1	7,2
P6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,0	4,0
P7	1,0	1,0	1,3	1,1	0,1	10,4
P8	0,9	1,0	0,8	0,9	0,1	7,2
P9	1,1	1,0	1,1	1,1	0,0	3,3
P10	0,9	0,9	0,8	0,9	0,0	5,1
P11	0,5	0,6	0,5	0,5	0,0	2,4
P12	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	2,6
P13	0,86	0,91	0,84	0,87	0,03	3,38

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 129 - Valores de relación C/N en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	38,6	39,5	39,2	39,1	0,4	1,0
P2F	49,3	50,4	48,7	49,5	0,7	1,4
P2C	50,5	50,9	46,7	49,3	1,9	3,8
P3F	45,0	36,2	43,0	41,4	3,8	9,1
P3C	45,3	44,5	45,6	45,1	0,5	1,0
P4	40,5	39,8	41,4	40,6	0,6	1,6
P5	59,6	63,5	59,6	60,9	1,9	3,1
P5C	63,5	67,5	67,2	66,0	1,8	2,7
P5F	51,9	56,7	63,7	57,4	4,8	8,4
P6	62,9	59,8	60,1	60,9	1,4	2,3
P7	42,2	43,7	35,2	40,4	3,7	9,2
P8	53,5	48,5	57,1	53,0	3,5	6,6
P9	39,8	39,9	37,5	39,1	1,1	2,9
P10	46,9	45,7	47,4	46,7	0,7	1,6
P11	58,6	59,8	52,8	57,1	3,0	5,3
P12	46,5	43,6	43,8	44,6	1,3	2,9
P13	54,1	50,9	54,7	53,3	1,7	3,1

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación



Tabla 130 - Valores de hidrógeno elemental en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	5,1	5,5	5,8	5,4	0,3	5,4
P2F	6,6	6,5	6,2	6,5	0,2	2,6
P2C	5,2	5,8	5,6	5,5	0,3	4,7
P3F	5,1	-	5,1	5,1	0,0	0,2
P3C	5,4	5,4	5,2	5,3	0,1	1,6
P4	4,6	4,9	4,8	4,8	0,1	2,4
P5	5,1	5,4	5,2	5,3	0,1	1,8
P5C	4,8	5,3	5,4	5,2	0,3	5,3
P5F	5,4	5,3	5,5	5,4	0,1	1,6
P6	5,2	5,7	5,7	5,5	0,2	4,2
P7	5,9	6,1	5,9	6,0	0,1	1,2
P8	6,2	6,4	5,7	6,1	0,3	4,7
P9	5,5	5,5	5,5	5,5	0,0	0,5
P10	6,3	6,1	5,6	6,0	0,3	4,9
P11	4,6	4,4	4,0	4,3	0,3	6,0
P12	6,0	5,8	6,0	5,9	0,1	1,7
P13	6,1	6,1	6,1	6,1	0,0	0,5

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 131 - Valores de azufre (S) en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	46,4
P2F	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	22,2
P2C	0,4	0,4	0,5	0,4	0,0	8,0
P3F	0,3	-	0,3	0,3	0,0	2,2
P3C	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	6,6
P4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,7
P5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	3,7
P5C	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	6,0
P5F	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	9,7
P6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	12,9
P7	0,3	0,4	0,4	0,4	0,0	9,2
P8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	3,7
P9	0,5	0,4	0,5	0,5	0,0	10,2
P10	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	6,2
P11	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	8,0
P12	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	9,6
P13	0,3	0,4	0,3	0,3	0,0	5,2

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : médea;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 132 - Valores de nitrato ( $\text{NO}^{-3}$ ) en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	1,2	10,7	1,9	4,6	4,3	93,3
P2F	70,3	73,1	79,1	74,2	3,7	4,9
P2C	90,3	90,3	106,0	95,5	7,4	7,7
P3F	414,0	212,0	483,0	369,7	115,0	31,1
P3C	5,2	18,3	15,4	13,0	5,6	43,5
P4	372,0	469,0	359,0	400,0	49,1	12,3
P5	89,2	88,0	77,0	84,7	5,5	6,5
P5C	179,0	220,0	159,0	186,0	25,4	13,7
P5F	319,0	240,0	294,0	284,3	33,0	11,6
P6	9,5	7,5	7,3	8,1	1,0	12,4
P7	155,0	52,4	25,3	77,6	55,9	72,0
P8	10,1	11,5	3,2	8,3	3,6	44,0
P9	237,0	264,0	352,0	284,3	49,1	17,3
P10	70,1	115,0	90,8	92,0	18,3	20,0
P11	37,3	15,4	54,1	35,6	15,8	44,5
P12	50,1	46,5	39,7	45,4	4,3	9,5
P13	10,1	22,6	30,5	21,1	8,4	39,9

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 133 - Valores de amonio ( $\text{NH}_4^-$ ) en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	1,3	1,2	1,1	1,2	0,1	6,0
P2F	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	36,6
P2C	0,4	0,4	0,4	0,4	0,0	3,9
P3F	0,3	0,1	1,2	0,5	0,5	98,4
P3C	0,4	0,9	0,8	0,7	0,2	30,6
P4	1,3	1,2	1,1	1,2	0,1	6,0
P5	0,9	0,7	0,2	0,6	0,3	46,4
P5C	0,4	1,0	0,4	0,6	0,2	39,7
P5F	2,9	0,4	0,4	1,2	1,2	95,9
P6	1,5	1,7	1,8	1,7	0,1	6,8
P7	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	20,3
P8	2,0	2,4	0,8	1,7	0,7	41,4
P9	16,9	2,3	33,1	17,4	12,6	72,2
P10	1,1	2,3	1,1	1,5	0,6	40,4
P11	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	52,4
P12	0,2	0,2	0,1	0,2	0,0	8,1
P13	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	29,5

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

Tabla 134 - Valores de sulfato ( $\text{SO}^{-4}$ ) en las muestras de sustrato final

Muestra	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
P1	66,8	89,5	75,0	77,1	9,4	12,2
P2F	34,5	39,2	29,6	34,4	3,9	11,4
P2C	52,4	32,8	64,2	49,8	13,0	26,0
P3F	107,0	61,2	136,0	101,4	30,8	30,4
P3C	33,9	47,7	34,3	38,6	6,4	16,6
P4	107,0	142,0	111,0	120,0	15,6	13,0
P5	47,2	58,7	29,2	45,0	12,1	27,0
P5C	24,7	37,5	27,0	29,7	5,6	18,7
P5F	56,8	44,2	60,4	53,8	6,9	12,9
P6	27,6	22,5	24,9	25,0	2,1	8,3
P7	66,1	61,7	73,8	67,2	5,0	7,4
P8	33,6	36,5	17,6	29,2	8,3	28,4
P9	174,0	148,0	209,0	177,0	25,0	14,1
P10	58,1	83,7	71,3	71,0	10,5	14,7
P11	62,4	49,8	71,9	61,4	9,1	14,8
P12	104,0	134,0	122,0	120,0	12,3	10,3
P13	87,8	103,0	121,0	103,9	13,6	13,1

R1: repetición 1; R2: repetición 2; R3: repetición 3;  $\bar{x}$  : média;  $\sigma$ : desvío estándar; CV: coeficiente variación

## 7.4 Parte aérea, flor y raíz

Tabla 135 - Matriz de correlación lineal entre los macro y micronutrientes de la flor

	N	K	P	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
N	1,000										
K	0,501	1,000									
P	0,283	0,632	1,000								
Ca	0,018	0,021	0,159	1,000							
Mg	0,002	0,003	0,078	0,913	1,000						
S	0,320	0,478	0,631	0,126	0,059	1,000					
Fe	0,315	0,464	0,697	0,399	0,302	0,456	1,000				
Mn	0,070	0,041	0,447	0,143	0,079	0,331	0,237	1,000			
Cu	0,029	0,199	0,159	0,003	0,001	0,341	0,054	0,105	1,000		
Zn	0,124	0,268	0,371	0,224	0,169	0,094	0,519	0,108	0,001	1,000	
B	-0,169	-0,083	-0,013	0,213	0,165	0,000	-0,002	0,331	0,000	0,016	1,000

Tabla 136 - Matriz de correlación lineal entre los macro y micronutrientes de la parte aérea

	N	K	P	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
N	1,000										
K	0,555	1,000									
P	0,507	0,469	1,000								
Ca	0,166	0,236	0,214	1,000							
Mg	0,183	-0,173	-0,123	0,202	1,000						
S	0,745	0,456	0,6F7	0,079	-0,296	1,000					
Fe	0,319	0,451	0,456	0,230	-0,034	0,297	1,000				
Mn	0,023	-0,001	0,250	-0,010	-0,117	0,198	0,023	1,000			
Cu	0,198	0,057	0,217	0,142	-0,013	0,178	0,022	0,110	1,000		
Zn	0,136	0,223	0,565	0,226	0,015	0,236	0,446	0,085	0,022	1,000	
B	-0,065	-0,009	-0,032	0,070	-0,296	-0,042	-0,030	-0,001	-0,008	-0,001	1,000

Tabla 137 - Matriz de correlación lineal entre los macro y micronutrientes de la raíz

	N	K	P	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
N	1,000										
K	0,335	1,000									
P	0,6F9	0,608	1,000								
Ca	0,036	-0,082	0,000	1,000							
Mg	-0,105	-0,289	-0,120	0,251	1,000						
S	0,452	0,375	0,683	-0,014	-0,170	1,000					
Fe	0,373	0,279	0,478	0,044	-0,213	0,463	1,000				
Mn	-0,027	0,049	0,079	-0,024	0,016	0,082	0,111	1,000			
Cu	0,470	0,230	0,434	0,089	0,003	0,087	0,216	0,000	1,000		
Zn	0,339	0,375	0,463	0,073	-0,072	0,193	0,327	-0,009	0,345	1,000	
B	0,065	0,220	0,245	0,014	-0,062	0,196	0,214	0,203	0,004	0,255	1,000



Tabla 138 - Matriz de correlación lineal entre los macro y micronutrientes de la Flor-PA, Flor-Raíz, PA-Raíz

	Flor-PA	Flor Raíz	PA-Raíz
N	0,421	0,348	0,831
K	0,678	0,607	0,430
P	0,848	0,571	0,674
Ca	0,726	0,396	0,170
Mg	0,491	0,381	0,484
S	0,603	0,271	0,513
Fe	0,632	0,312	0,087
Mn	0,585	0,545	0,733
Cu	0,792	0,019	0,192
Zn	0,6F9	0,446	0,341
B	0,833	0,001	0,000

PA: parte aérea