Editorial de la Universidad
Tecnológica Nacional

MODELADO PARA LA PREDICCIÓN DE ENFERMEDADES EN CULTIVOS DE ALTO VALOR COMERCIAL

Tesista: Ing.Agr. Enrique C. Bombelli

TESIS de Maestría en
Ingeniería en Sistemas de Información

Director: **Ing.Agr. Dr. Eduardo R. Wright**

Codirector: **Ing.Agr. M.Sc. Dr. Ricardo C. Moschini**

Escuela de Posgrado
Facultad Regional Buenos Aires

Universidad Tecnológica Nacional – U.T.N.
Argentina

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Esta tesis fue defendida el 15/11/2011

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe
http://www.edutecne.utn.edu.ar
edutecne@utn.edu.ar

© [Copyright] La Editorial de la U.T.N. recuerda que las obras publicadas en su sitio web son *de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir el conocimiento generado por autores universitarios*, pero que los mismos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

A la memoria de Edgardo Raúl Claverie

AGRADECIMIENTOS

A mi Director, Eduardo Wright, por su planificación continua respecto de los viajes a Concordia, Gualeguaychú y San Pedro para realizar la colecta de datos, parte fundamental de este trabajo; su entusiasmo, apoyo y seguimiento permanentes.

A mi Codirector, Ricardo Moschini, mentor de este trabajo junto con Eduardo Wright. A través de su ingenio y experiencia, fue posible modelar datos biológicos en el campo de un cultivo novedoso y prometedor.

A Walter Legnani, integrante de la Comisión de Postgrado, por su especial ayuda en la confección del Programa de Tesis, y a Zulma Cataldi, Coordinadora de la Maestría, por sus recomendaciones con relación al Informe Final de la misma.

A los tesistas de grado involucrados en el proyecto, por su colaboración en la colecta de datos con seriedad y responsabilidad.

A mis colegas Virginia López, Alejandra Mella, Diana Giorgini, María del Carmen Fabrizio y Guillermo Barberis, por sus ideas y aportes.

A mi padre, Gaspar Bombelli, quien desde su formación ingenieril contribuyó grandemente con la escritura tanto del Programa como del Informe Final de tesis.

Por último, a mi esposa e hijos, Roxana, Danilo y Ian, quienes han sido mi permanente fuente de inspiración.

CONTENIDOS

RESUMEN 11

ABSTRACT 12

1. INTRODUCCIÓN 13

1.1. Justificación del tema de tesis. 13

1.2. Objetivos de la investigación. 15
1.2.1. Objetivo general. 15
1.2.2. Objetivos específicos. 15

1.3. Diseño metodológico de la investigación. 15
1.3.1. Prospección de plantaciones de arándanos. 15
1.3.2. Elaboración de bases de datos. 16
1.3.3. Diseño de modelos predictivos. 16
1.3.4. Validación de resultados. 17
1.3.5. Representación y difusión de resultados. 17

1.4. Alcance de la tesis. 17

1.5. Estructura de la tesis. 18

2. MARCO TEÓRICO 19

2.1. Historia de la informática aplicada a la fitopatología. 19
2.1.1. Introducción. 19
2.1.2. Informática y fitopatología. 19
2.1.3. Funciones básicas de la computadora. 20
2.1.3.1. Computación. 21
2.1.3.2. Procesamiento de información. 21
2.1.3.3. Comunicación. 22
2.1.4. Aplicaciones generales. 22
2.1.4.1. Organizar hechos para producir información. 23
2.1.4.2. Interpretar información para producir conocimiento. 23
2.1.4.3. Usar conocimiento para apoyar procesos de toma de decisiones. 24
2.1.4.4. Usar conocimiento para hacer previsiones. 24
2.1.4.5. Transmitir conocimiento para educar y entrenar. 25
2.1.4.6. Almacenar y difundir información. 26
2.1.4.7. Comunicar y consultar en forma remota. 26
2.1.5. Aplicaciones específicas. 27
2.1.5.1. Modelos de simulación de epidemias. 27
2.1.5.2. Agricultura de precisión. 29
2.1.5.3. Sensores remotos. 30
2.1.5.4. Imágenes digitales. 32
2.1.5.5. Bioinformática. 33
2.1.5.6. Redes neuronales. 34
2.1.5.7. Sistemas expertos. 34

2.2. El Arándano como cultivo de alto valor comercial. 35
2.2.1. Clasificación y características generales. 35
2.2.2. Superficie cultivada y de crecimiento silvestre. 37
2.2.3. Producción. 39
2.2.4. Comercialización. 42
2.2.5. Características particulares de la campaña 2009/10. 46
2.2.5.1. Escenario del Hemisferio Sur. 46
2.2.5.2. Contexto Argentino. 48

2.3. Enfermedades más frecuentes del arándano. 51
2.3.1. Introducción. 51
2.3.2. Enfermedades en localidades de Buenos Aires, Entre Ríos y Córdoba. Sus patógenos causantes. Período 2003/05. 52
2.3.2.1. Micosis. 53
2.3.2.2. Bacteriosis. 54
2.3.3. Enfermedades en localidades de Buenos Aires y Entre Ríos. Distribución e incremento de patógenos. Período 2007/08. 55

2.3.4. Enfermedades de poscosecha en localidades de Buenos Aires y Entre Ríos. Su consecuente deterioro. 57
2.3.5. Enfermedad de mayor prevalencia en arándano en Argentina. Características específicas. 59

2.4. Modelado de sistemas biológicos. 63
2.4.1. Introducción al modelado. 63
2.4.2. Modelado, teorías y experimentos. 65
2.4.3. Complejidad biológica. 67
2.4.4. Modelado biológico. 68
2.4.5. Simulación biológica. 69
2.4.5.1. Simulación directa. 70
2.4.5.2. Enfoque sistémico. 71
2.4.5.3. Análisis cinético. 71
2.4.6. Modelado predictivo de enfermedades vegetales. 73
2.4.6.1. Modelos predictivos como sistemas de gestión de enfermedades. 74
2.4.6.2. Aplicaciones prácticas de modelos predictivos. 76

3. PROBLEMÁTICA Y ANTECEDENTES 79

3.1. Descripción del problema. 79

3.2. Antecedentes en materia de modelos predictivos. 80

3.3. Contextualización del problema. 83

4. SOLUCIÓN PROPUESTA 85

4.1. Colecta de datos y organización de la información. 85
4.1.1. Introducción. 85
4.1.2. Registros de enfermedad. 85
4.1.2.1. Elección del método de evaluación de severidad. 85
4.1.2.2. Diseño experimental para la colecta de datos. 89
4.1.2.3. Organización y procesamiento de datos de severidad. 90
4.1.3. Registros meteorológicos. 92
4.1.3.1. Análisis preliminar de las curvas de progreso epidémico 2008/09 en relación a las condiciones ambientales. 92

4.2. Modelado de datos epidemiológicos con base meteorológica. 97
4.2.1. Introducción. 97
4.2.1.1. Modelos linealizados de ajuste a curvas de progreso epidémico. 99
4.2.2. Desarrollo de modelos de regresión logística. 102
4.2.2.1. Variable respuesta. 102
4.2.2.2. Variables regresoras. 102
4.2.2.2.1. Variables meteorológicas. 102
4.2.2.2.1.1. Simples. 102
4.2.2.2.1.2. Interacciones (producto de 2 variables simples). 103
4.2.2.2.2. Variable ligada al grado de senescencia foliar (Snc). 103
4.2.2.3. Lapso de procesamiento de las variables. 103
4.2.2.4. Análisis estadístico. 103
4.2.3. Resultados y discusión. 105

5. CONCLUSIONES GENERALES 112

5.1. Aportes del presente trabajo. 113

5.2. Futuro de la línea de investigación. 114

6. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA 115

7. ANEXOS 130

7.1. Anexo 1. 130
7.1.1. Hojas con daños digitalizadas con escáner, utilizadas en el método de evaluación digital y la construcción de la escala diagramática para evaluación visual. 130

7.2. Anexo 2. 141
7.2.1. Bases de datos. 141
7.2.1.1. Registros de enfermedad. 141
7.2.1.2. Registros meteorológicos. 170

7.2.1.2.1. Sentencias de programación. 170

7.3. Anexo 3. 171

7.3.1. Entrada utilizada para el modelado de datos epidemiológicos. 171

7.3.2. Salida utilizada para el modelado de datos epidemiológicos. 177

CUADROS

Cuadro 1: Área cultivada y silvestre de arándano por país y región. 38
Cuadro 2: Proyección del área cultivada (ha) de Estados Unidos. Período 1982/13. 39
Cuadro 3: Distribución geográfica y temporal de producción mundial en el HN y HS. 40
Cuadro 4: Exportaciones Argentinas de arándano como embarques semanales. Campaña 2005/06. 44
Cuadro 5: Exportaciones Argentinas de arándano en dólares. Campaña 1999/05. 45
Cuadro 6: Exportación de arándano por destino. 49
Cuadro 7: Comparación de la campaña 2008/09 versus 2009/10 en cuanto a exportación de arándano. 50
Cuadro 8: Modelos predictivos desarrollados y evaluados. 81
Cuadro 9: Escala de severidad usada para los registros de enfermedad. 89
Cuadro 10: Hoja de cálculo preparada para el registro y colecta de datos de severidad. 91
Cuadro 11: Valores observados de severidad (%) de Alternaria tenuissima y fechas de registro en plantaciones de arándano de tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia. 93
Cuadro 12: Valores de severidad (en proporción y acumulado %) de Alternaria tenuissima observados en 6 ciclos epidémicos (3 sitios: Concordia, Gualeguaychú y San Pedro y 2 campañas). 100
Cuadro 13: Resumen estadístico del análisis de regresión lineal usado en la evaluación de modelos Logísticos (L) y Gompertz (G) de mejor ajuste, para describir las epidemias observadas en Concordia, San Pedro y Gualeguaychú (ciclo 2008/09). 108
Cuadro 14: Coeficientes de correlación de Kendall (r_k) Tau-b de variables meteorológicas (simples e interacciones) y del factor ligado a la senescencia foliar (Snc) en relación a los niveles de tasa de incremento epidémico diario (TId%) binarios (severo y ligero a nulo) y ordinales (severo, moderado y ligero a nulo). 108
Cuadro 15: Modelos logísticos para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada categoría de nivel de tasa de incremento epidémico diario (TId%): Binaria: severa (S) y moderada a nula (M); Ordinal: severa (S), moderada (M) y ligera a nula (L), en base a variables meteorológicas simples e interacciones y a un factor de senescencia foliar (Snc). 111
Cuadro 16: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 27/11/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 141
Cuadro 17: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 08/01/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 142
Cuadro 18: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 09/03/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 143
Cuadro 19: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 22/10/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 144
Cuadro 20: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 03/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 145
Cuadro 21: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 29/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 146
Cuadro 22: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 03/02/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 147
Cuadro 23: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 13/03/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 148
Cuadro 24: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 17/04/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 149
Cuadro 25: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 23/10/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 150
Cuadro 26: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 04/12/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 151

Cuadro 27: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 06/01/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 152
Cuadro 28: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 25/03/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 153
Cuadro 29: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 09/10/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 154
Cuadro 30: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 16/11/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 155
Cuadro 31: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 21/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 156
Cuadro 32: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 28/01/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 157
Cuadro 33: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 27/02/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 158
Cuadro 34: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 27/03/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 159
Cuadro 35: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 25/11/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 160
Cuadro 36: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 13/12/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 161
Cuadro 37: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 02/01/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 162
Cuadro 38: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 03/06/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 163
Cuadro 39: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 07/10/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 164
Cuadro 40: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 03/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 165
Cuadro 41: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 28/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 166
Cuadro 42: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 18/02/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 167
Cuadro 43: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 20/03/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 168
Cuadro 44: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 24/04/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas. 169

FIGURAS

Figura 1: Principales zonas productoras. 37
Figura 2: Evolución y expectativa de crecimiento de arándano en Argentina. 40
Figura 3: Producción mundial de arándano fresco. Período 1994/04. 42
Figura 4: Principales productores de arándanos del mundo. 42
Figura 5: Principales destinos de las exportaciones argentinas de arándanos. Año 2007. 46
Figura 6: Evolución de las exportaciones en el Hemisferio Sur. 47
Figura 7: Evolución mensual de las exportaciones Argentinas. 49
Figura 8: Importancia de las exportaciones por destino. 50
Figura 9: Importancia de los destinos de las exportaciones argentinas de arándanos. 51
Figura 10: Manchas foliares puntiformes. 60
Figura 11: Manchas foliares circulares, rojizas, distribuidas en la lámina foliar. 60
Figura 12: Manchas foliares marginales. 61
Figura 13: Síntomas en floración. 62
Figura 14: Lesiones ubicadas cerca del cáliz. 62
Figura 15: Moho verde grisáceo sobre frutos. 63
Figura 16: Modelado como proceso iterativo. 65
Figura 17: Relación entre realidades objetiva externa e intrapersonal. 66
Figura 18: Relación entre teoría y realidad. 66
Figura 19: Características diferenciales de un sistema biológico. 68
Figura 20: Características del modelado biológico. 69
Figura 21: Características de la simulación directa. 70
Figura 22: Características del enfoque sistémico. 71
Figura 23: Características del análisis cinético. 72
Figura 24: Herramienta de uso público a través de Internet, para la predicción de la fusariosis de la espiga de trigo (Fusarium graminearum). La interfaz gráfica muestra los mapas de riesgo diario de la enfermedad para 23 estados al este de las Montañas Rocosas. En este caso, se muestra una ampliación de Ohio y parte de Pennsylvania, Michigan e Indiana (la interfaz gráfica fue diseñada por el Centro de Informática Ambiental del Estado de Pennsylvania). 78
Figura 25: Triángulo epidémico. 79
Figura 26: Límites de concordancia del 95%. 87
Figura 27: Proporción de observaciones discordantes entre la evaluación visual y digital. 88
Figura 28: Diagramas correspondientes a cada grado de la escala de severidad. 90
Figura 29: Curvas de severidad de Alternaria sp. y fechas de registro en plantaciones de arándano de tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia. 94
Figura 30: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre la Temperatura Máxima media (Txm) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia. 94
Figura 31: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre la Temperatura Mínima media (Tnm) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia. 95
Figura 32: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre la Precipitación acumulada (PrAc) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia. 95
Figura 33: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre el Número de períodos de un día con registro de lluvia y humedad relativa diaria >81% (Np1) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia. 96
Figura 34: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre el Número de días con registro de lluvia (Ndl) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia. 96
Figura 35: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico San Pedro 2008/09. 105
Figura 36: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico San Pedro 2009/10. 106
Figura 37: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico Concordia 2008/09. 106
Figura 38: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico Concordia 2009/10. 107
Figura 39: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico Gualeguaychú 2008/09. 107
Figura 40: Extracto de la base de datos meteorológicos correspondiente a Concordia. 170

Figura 41: Lectura de registros diarios (año y día juliano) de temperatura máxima (Tmax) y mínima (Tmin), precipitación (Prec) y humedad relativa (Hrd), para los ciclos de crecimiento 2008/09 y 2009/10 en Concordia, Gualeguaychú y San Pedro. _____ 170
Figura 42: Programa elaborado con lenguaje del paquete estadístico SAS para ajustar modelos Logístico (L) y Gompertz (G) a los datos observados de severidad (sev) de Alternaria tenuissima en arándano, durante el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia. _____ 171
Figura 43: Obtención de valores estimados de severidad cada 14 días y tasa de incremento epidémico diario (tid) por el modelo Logístico ajustado para el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia. _____ 172
Figura 44: Cálculo de las variables metrológicas regresoras y del factor de senescencia (Snc) en los intervalos de 14 días previos a cada día de la curva epidémica ajustada para Concordia (modelo Logístico) en el ciclo 2009/10. _____ 174
Figura 45: Categorización ordinal de la variable respuesta (TId) y cálculo de los componentes interactivos. Sentencia para obtener el valor de correlación de Kendall para la variable FPr. 175
Figura 46: Método Stepwise de selección de variables del procedimiento Logistic del SAS. Variable respuesta binaria. Tabla de contingencia para observar la precisión de predicción del modelo ajustado. _____ 176
Figura 47: Salida del programa elaborado con lenguaje del paquete estadístico SAS para ajustar el modelo Logístico (L) a los datos observados de severidad (sev) de Alternaria tenuissima en arándano, durante el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia. _____ 178
Figura 48: Salida de la sentencia para obtener el valor de correlación de Kendall para la variable FPr (categorización ordinal). _____ 179
Figura 49: Método Stepwise de selección de variables del procedimiento Logistic del SAS. Variable respuesta binaria._____ 181
Figura 50: Tabla de contingencia para observar la precisión de predicción del modelo ajustado (LogitPrS= - 10,8126 + 4,2892*Snc). Cuatro casos de 65 fueron erróneamente clasificados. 182

RESUMEN

La construcción de modelos matemáticos que predigan el comportamiento de enfermedades de las plantas, requiere la utilización de métodos que permitan la colecta de datos referidos a la enfermedad, al hospedante y al ambiente. Para ello se evaluó la severidad de manchas foliares, ocasionada principalmente por el hongo *Altenaria tenuissima*, en plantaciones de arándano alto (cultivar "O'Neal") en tres localidades: San Pedro (S 33º 43' - W 059º 41'), Concordia (S 31º 24' - W 058º 02') y Gualeguaychú (S 33º 01' - W 058º 31'), durante los ciclos epidémicos primavero-estivo-otoñales de 2008/09 y 2009/10. Las formas linealizadas de los modelos Logístico y Gompertz, ajustaron apropiadamente (R^2>0,66 a 0,94) para San Pedro y Concordia en ambos ciclos y Gualeguaychú sólo para 2008/09. A partir de las curvas de progreso epidémico ajustadas, se estimó la severidad y la tasa de incremento epidémico diario (TId%) cada 14 días (n=65). Los valores de TId%, en función de umbrales, se categorizaron binariamente en severo (TId%>=0,077) y moderado a nulo (TId%<0,077) y ordinalmente en severo (TId%>=0,101), moderado (TId%<0,101 y >=0,029) y ligero a nulo (TId%<0,029), siendo 0,101 y 0,029 los percentiles 60 y 30% de los 63 valores de TId%. La variación en los niveles de TId%, se trató de explicar por medio de variables meteorológicas y de un factor relacionado con el grado de senescencia foliar (Snc: 1 a 4), procesadas en los 14 días previos a cada valor estimado de incremento epidémico, a lo largo de cada curva de progreso. Los mejores modelos simples de regresión logística de respuesta binaria integraron a Snc y a DTxnP (días con temperaturas entre 16 y 36℃), con precisiones de predicción de 93,8% y 7 8,5% respectivamente. El mejor modelo de respuesta ordinal integró a la interacción FPr*DTxnP (días con precipitación*días con temperaturas entre 16 y 36℃) y a Snc, con una precisión de predicción de 86,2%. Los resultados explican el lento progreso epidémico primaveral (observado y simulado), contrastando con las altas tasas de incremento epidémico estivales, concordantes con hojas de senescencia creciente y alta frecuencia de días con registros térmicos entre 16 y 36ºC. La disponibilidad de una mayor cantidad de datos, junto con la ampliación del área geográfica de influencia, permitirá realizar un adecuado ajuste y validación de los modelos predictivos obtenidos en esta investigación, lo cual determinará el desarrollo de verdaderos sistemas de pronóstico, para la correcta gestión de la enfermedad, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Palabras clave: Modelado, epidemiología, modelos predictivos, manejo de enfermedades, arándano alto, *Alternaria tenuissima*.

ABSTRACT

The construction of mathematical models to predict the behavior of plant diseases requires the use of methods for collecting data related to the disease, the host and the environment. The severity of leaf spot, caused primarily by the fungus *Altenaria tenuissima*, highbush blueberry plantations (cultivar "O'Neal") was evaluated in three locations: San Pedro (S 33º 43'- W 059º 41'), Concordia (S 31º 24'- W 058º 02') and Gualeguaychú (S 33º 01'- W 058º 31'), epidemic cycles during spring-summer-autumn 2008/09 and 2009/10. Linearized forms of the Logistic and Gompertz, adjusted appropriately (R^2>0.66 to 0.94) for San Pedro and Concordia in both cycles and Gualeguaychú only for 2008/09. Since the epidemic progress curves adjusted, it was estimated the severity and rate of epidemic increase daily (TId%) every 14 days (n=65). TId% values, according to thresholds, were categorized in stark binary (TId%>=0.077) and moderate to nil (TId%<0.077) and in severe ordinally (TId%>=0.101), moderate (TId%<0.101 to >=0.029) and slight to nil (TId%<0.029), being 0.101 and 0.029 percentiles 60 and 30% of the 63 values of TId%. The variation in levels of TId% was explained by weather variables and a factor related to the degree of leaf senescence (Snc: 1 to 4), processed within 14 days prior to each increase estimated epidemic along each curve of progress. The best simple logistic regression models for binary response integrated into Snc and DTxnP (days with temperatures between 16 and 36℃), with predic tion accuracies of 93.8% and 78.5% respectively. The best model for ordinal response interaction joined FPr*DTxnP (days with precipitation*days with temperatures between 16 and 36℃) and Snc, with a predictive accuracy of 86.2%. The results explain the slow progress epidemic spring (observed and simulated), contrasting with high rates of epidemic increases in summer, consistent with leaf senescence and increased frequency of days with high heat registers between 16 and 36ºC. The availability of more data, along with the expansion of the geographic area of influence, will make an appropriate adjustment and validation of predictive models obtained in this investigation, which determined the development of real prediction systems for the proper management of the disease, both technically and economically.

Key words: Modelling, epidemiology, prediction models, disease management, highbush blueberry, *Alternaria tenuissima*.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación del tema de tesis

El triángulo epidémico, a través de sus tres componentes: Patógeno, Hospedante y Ambiente, constituye la base conceptual en la que se sustenta toda investigación que se desarrolle en el área de la Epidemiología, una de las que posee mayor potencial de trabajo dentro de la Fitopatología, en relación a la construcción de modelos de predicción.

En este estudio, el patógeno estuvo representado por el hongo *Alternaria tenuissima* y el hospedante por el cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum) cv. O'Neal.

Dicho patógeno, es capaz de producir manchas rojizas a pardas en hojas y tallos, cancros en tallos y hasta pudrición de frutos [Wright *et al*., 2004]. Puede tener varios ciclos infectivos durante el ciclo del cultivo, motivo por el cual se lo denomina policíclico. Se dispersa por el agua de lluvia, viento y salpicaduras del agua de riego. Sobrevive en tejidos senescentes y restos vegetales, o sea, es necrotrófico. Resultan más susceptibles a su ataque, aquellas plantas que atraviesan algún tipo de estrés.

Respecto del hospedante, constituye un grupo de especies nativas, principalmente del Hemisferio Norte, siendo dos son los aspectos que resaltan la importancia de su elección para este trabajo. El primero, es el que se relaciona con su exposición a numerosas enfermedades, entre las cuales, la de mayor frecuencia en la Argentina es ocasionada por *Alternaria tenuissima*, que es el microorganismo de mayor incidencia y prevalencia en todas las localidades y épocas del año [Wright *et al*., 2005; Wright *et al*., 2007; Wright y Pérez, 2007]. En 2002 se informó de aproximadamente un 20% de descarte de poscosecha en cultivos de la provincia de Buenos Aires, identificándose a *Alternaria tenuissima* como uno de los agentes causantes del reblandecimiento en frutos [Wright *et al*., 2003-b; Wright *et al*., 2004].

El otro de los aspectos, es el que tiene que ver con la superficie implantada en el país, la cual ha trepado a aproximadamente 5000 hectáreas; el notable crecimiento en la producción nacional, destinada casi en su totalidad a la exportación (más de 12000 toneladas para la campaña 2009/10); su elevado

valor comercial en períodos de contraestación para los mercados de Estados Unidos y Europa (en ciertas oportunidades hasta 28 U$S/kg) principalmente [Pazos, 2005], todo lo cual presupone una rentabilidad atractiva pese a los altos costos operativos y de inversión (14000 a 21000 U$S para implantar 1 hectárea [Godoy, 2002]) y a la disminución de los precios a casi un tercio de los correspondientes a la campaña 2005/06 [Tradinter, 2010]. Todo ello, determina la conveniencia de asegurar los máximos rendimientos a través de un eficaz control de enfermedades.

En cuanto al ambiente, el mismo refiere a dos condiciones meteorológicas que deben darse en forma conjunta para que se produzca la infección:

- Temperaturas del orden de los 20 a 28℃.
- Elevada humedad ambiental.

El mencionado triángulo epidémico, se convierte en pirámide al sumarse el Hombre como cuarto factor, que interactúa con los tres anteriores para la expresión de la enfermedad. El mismo, decide estrategias de control de la enfermedad para así aumentar los rendimientos del cultivo, dentro de las normas establecidas para lograr sistemas productivos sustentables.

Los modelos matemáticos y estadísticos, son los que permiten representar lo que sucede en los cultivos, frente a distintos patógenos y en diferentes condiciones ambientales [Campbell y Madden, 1990], los cuales se desarrollan dependiendo de los objetivos del trabajo, los datos disponibles, el tipo de experimento y la experiencia del investigador. En general, se utilizan dos estrategias para el modelado de datos epidemilógicos: los modelos empíricos y los mecanísticos. El caso que nos ocupa, utiliza el primero de ellos, como forma de describir el progreso epidémico, a través de la relación observada entre dos o más variables, basándose en algunos o todos los factores capaces de expresar la enfermedad.

Finalmente, y en base a todo lo mencionado, particularmente las condiciones del mercado de consumo y las características de la explotación del arándano, que resaltan la importancia de su elección para el trabajo de tesis; además de tratarse de un cultivo de relativamente reciente desarrollo, no se han encarado todavía acciones planificadas para su protección frente a enfermedades que deterioran la calidad de los frutos y disminuyen los rendimientos. En tal sentido,

el trabajo de tesis puede considerarse pionero en la materia. Se lo puede catalogar como una extensión especializada del proyecto *Etiología de los problemas fitosanitarios en la producción de frutas finas en distintas zonas de la Argentina*. *Su relación con el manejo de los cultivos* (G108, subsidiado por la Universidad de Buenos Aires, programación científica 2004/2007) del cual tomará la información que le sea de utilidad. Además, forma parte del proyecto *Identificación y manejo de enfermedades y malezas en cultivos para frutas finas*[1] (G026, subsidiado también por la Universidad de Buenos Aires, programación científica 2007/2011), actualmente en ejecución.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Elaborar modelos matemáticos que permitan predecir adecuadamente el comportamiento de enfermedades en cultivos de arándano, constituyendo auténticos modelos de conocimiento.

1.2.2. Objetivos específicos

Desarrollar métodos de medición junto con el equipamiento correspondiente para la toma de datos de las enfermedades que condicionan el desarrollo de las plantas e identificar las variables meteorológicas que favorecen el desarrollo de las mismas.

Organizar los datos de enfermedades foliares y las variables meteorológicas, sobre la base de ciertas reglas, que permitan realizar distintas simulaciones para así poder arribar a modelos de conocimiento, que a través de la cuantificación de la relación ambiente/enfermedad, permitan predecir niveles de ocurrencia futuros.

1.3. Diseño metodológico de la investigación

1.3.1. Prospección de plantaciones de arándanos

Esta tarea se desarrolló en varias localidades, próximas a estaciones meteorológicas, para evaluar severidad[2] a efectos de determinar la importancia relativa de enfermedades foliares, por medio de observaciones macro y

[1] El Ing. Agr. Enrique Bombelli forma parte del equipo que integra el proyecto, bajo el rol de Investigador Tesista.
[2] Proporción del área o cantidad de tejido vegetal enfermo [Agrios, 2005].

microscópicas. Se realizaron también cámaras húmedas y siembra de tejidos en medios de cultivo, procediendo en ambos casos a la desinfección de aquellos que resultaron afectados [Fernández Valiela, 1978]. Todos los datos obtenidos se relacionaron con el manejo del cultivo, comportamiento de los cultivares, estado fenológico de las plantas, aplicación de fitoterápicos, rendimientos y sobre todo incidencia de los factores meteorológicos.

1.3.2. Elaboración de bases de datos

Se determinaron en primer lugar los cultivos y sus localidades, los cultivares y el número de plantas dentro de cada cultivar, así como las enfermedades que por su representatividad, fueron utilizadas para el desarrollo de los modelos predictivos. Se construyeron bases de datos para cada conjunto cultivar/enfermedad con registros de la severidad en cada planta del cultivar escogida para el estudio, los valores de la misma a intervalos de tiempo definidos y los datos meteorológicos (temperaturas máxima y mínima, precipitación y humedad relativa) en un período previo a cada medición.

La medición de las enfermedades sobre las plantas se evaluó por más de una metodología, definiéndose sólo una de ellas a posteriori, a través del uso de un sistema de valoración exhaustivo. Se registró la aparición y evolución de la enfermedad sin necesidad de remoción de material afectado (colecta de datos no destructiva).

Dichos datos se tomaron para un número mínimo de 2 campañas, que permitió identificar con certeza los factores meteorológicos asociados a la enfermedad. Las observaciones desarrolladas en varios sitios de una misma región geográfica, permitieron obtener un grado de variabilidad adecuado para el desarrollo de los modelos y así reducir el período de recolección de datos. Por ejemplo, Moschini *et al.* [2006] utilizaron observaciones de incidencia de escudete negro (*Alternaria alternata y Bipolaris sorokiniana*) en trigo fideo de 5 sitios y 3 campañas para ajustar modelos predictivos de regresión lineal múltiple y logística basados en 2 variables meteorológicas.

1.3.3. Diseño de modelos predictivos

Los modelos predictivos se basaron en el conocimiento elaborado a partir de la información recogida de acuerdo a las reglas formuladas para la construcción de la base de datos y a los procedimientos estadísticos adoptados para el

desarrollo de las ecuaciones matemáticas que simulan el comportamiento epidémico. Los modelos obtenidos son del tipo empírico o deductivo y se construyeron sobre la base de los datos actuales de registros de enfermedad y condiciones ambientales en varios sitios de una misma región geográfica.

El procedimiento estadístico utilizado fue la técnica de regresión logística, la cual ajusta por el método de máxima verosimilitud y la función “logit” como nexo; modelos lineales de regresión que relacionan la probabilidad de la variable respuesta, que puede ser binaria, o sea con o sin enfermedad, u ordinal, es decir con graduación de la misma a saber, nula o ligera, moderada y severa, con variables explicativas [Moschini, 2007].

1.3.4. Validación de resultados

La disponibilidad de datos en campañas posteriores, sobre las epidemias consideradas, permitirán encontrar la base de sustentación para confirmar la validación de modelos a partir de lo cual podrá otorgarse un alcance regional al manejo que se puede aconsejar en relación a las enfermedades pertinentes.

1.3.5. Representación y difusión de resultados

Cada modelo, como parte de un sistema de información, comienza a operar al recibir datos de una red de estaciones agrometeorológicas, calculando condiciones favorables a la infección, luego emite un alerta a disposición de los usuarios expresado como grado de riesgo. Por medio de un sitio Web, el usuario identifica la posición de su cultivo o región y la clase de riesgo en escala de colores, ambos representados por medio de un mapa.

1.4. Alcance de la tesis

La tesis abarca desde la identificación de la enfermedad que más daño produce al cultivo de arándano, tanto en rendimiento como en calidad, hasta la obtención de los modelos predictivos, como parte fundamental de un sistema de alerta o gestión de la enfermedad, que de soporte a la toma decisiones por parte de productores, técnicos y profesionales. Entre los dos extremos mencionados se cuentan, como etapas fundamentales entre otras actividades, la colecta y organización de datos epidemiológicos y meteorológicos, así como la elaboración de reglas que permitan arribar a los resultados propuestos, cumpliendo así con los objetivos enunciados en el apartado correspondiente.

Si bien en el diseño metodológico de la investigación se hace referencia a la validación, representación y difusión de los resultados obtenidos a partir de los modelos predictivos resultantes, excede los objetivos de este trabajo, completar todas las fases planteadas, aunque quien elaboró está tesis es conciente de las implicancias para el manejo sanitario de este tipo de cultivo de alto valor comercial y economía creciente en Argentina.

1.5. Estructura de la tesis

La tesis se divide básicamente en seis partes a saber:

- Introducción: Presenta la justificación del tema, objetivos propuestos, diseño metodológico, alcance y su estructura.
- Marco teórico: Presenta cuatro apartados que tratan acerca de la informática aplicada a la fitopatología, el arándano como cultivo de alto valor comercial, sus enfermedades más frecuentes y el modelado de sistemas biológicos.
- Problemática y antecedentes: Presenta tres apartados que intentan describir el problema de forma general, analizar los antecedentes en lo que se refiere a modelos predictivos y finalmente contextualiza el problema describiéndolo de manera más específica.
- Solución propuesta: Constituye la investigación propiamente dicha y la relata a través de sus dos apartados, los cuales narran como se llevó a cabo la colecta y organización de la información, así como también la forma en que se realizó el modelado de datos epidemiológicos.
- Conclusiones generales: Constituye la parte final de la investigación. Se incluyen dentro de este apartado también, los aportes de la tesis y el estado actual y futuro de la línea de investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Historia de la informática aplicada a la fitopatología

2.1.1. Introducción

El avance tecnológico proporcionado por la informática ha alcanzado a la fitopatología, determinando la imposibilidad de que la misma quede ajena a dicha evolución. En la década del 80, la mayoría de los trabajos que aplicaban la informática a la fitopatología, consistían en el desarrollo de software para simulación y modelado matemático. Desde entonces muchas cosas han cambiado, tanto en el área de software y lenguajes como en el hardware. Este progreso hizo posible la viabilización de nuevas ciencias como la agricultura de precisión y la bioinformática. Los sensores y microprocesadores fueron miniaturizados, con costo reducido y mejora de su resistencia a la intemperie climática, y los bancos de datos de información y programas, pueden ser conocidos en tiempo real a través de Internet. De esta forma, surge necesariamente la pregunta acerca de cómo sacar provecho de estos avances, los cuales necesitan ser conocidos en profundidad por los fitopatólogos [Canteri *et al*., 2004].

2.1.2. Informática y fitopatología

Teng y Rouse [1984] catalogan a la informática como una herramienta. Hasta entonces, las computadoras se usaban sólo para análisis de datos y elaboración de gráficos, simulación y modelado, recolección y almacenamiento de datos, procesamiento de textos y difusión de información (sólo correo electrónico). La informática podía ser resumida simplemente por la palabra computadora y todavía se hablaba de lenguaje Fortran, procesador de textos Wordstar y planilla electrónica Visicale. Teng y Rouse [1984] describieron para la comunidad fitopatológica, los componentes de la computadora y además listaron las áreas de la fitopatología que se desarrollarían con el advenimiento de la informática, tales como el modelado, los sistemas de manejo de datos y de entrega de información, junto con el equipamiento para monitoreo ambiental y almacenamiento de datos a campo.

En forma comparativa, Crowson y McGillivray [2002] citan en tiempos más recientes, una serie de aplicaciones de la informática a la fitopatología, para profesionales que trabajan a campo o en laboratorios involucrados en procesos

de toma de decisiones o definición de políticas de desarrollo. Dichos autores dividen las aplicaciones en:

- Manejo de datos para producir información (almacenamiento de datos, sistemas de nomenclatura, colecciones de cultivos, datos moleculares, banco de datos de sistemas de cuarentena, banco de datos bibliográficos).
- Interpretación de la información para producir conocimiento (sistemas de información taxonómica, sistemas de información molecular, sistemas de información geográficos, sistemas multimediales).
- Uso de conocimiento para dar soporte a la toma de decisiones (diagnósticos, modelos epidemiológicos).
- Uso de conocimiento para hacer previsiones, educación y entrenamiento, además de almacenar y difundir información.

2.1.3. Funciones básicas de la computadora

Las actividades que realiza una computadora (dispositivo electrónico equipado con microprocesadores) se pueden encuadrar en tres funciones básicas [Canteri *et al*., 2004]:

- Computación.
- Procesamiento de información.
- Comunicación.

Históricamente, la primera función de la computadora fue realizar cálculos, es decir, consistía esencialmente en una máquina de calcular. Gradualmente se fue tornando más sofisticada de modo de acumular otras funciones. En fitopatología, las áreas de aplicación de tecnologías de información, están dentro de una a más de estas funciones de la computadora. La función de computación, fue por primera vez evidenciada en modelos matemáticos para simulación de epidemias de enfermedades vegetales [Kranz y Royle, 1978; Kranz y Hau, 1980; Teng y Zadoks, 1980].

El procesamiento de información se enfatiza con los trabajos de elaboración de escalas diagramáticas y software para clasificación de microorganismos, entre otras aplicaciones. Hoy en día, se agrega a las dos anteriores, la función de comunicación.

2.1.3.1. Computación

El término computación refiere a la realización de cálculos complejos, dentro de cuya función están comprendidas gran parte de las aplicaciones de la computadora a la fitopatología [Teng y Rouse, 1984]. Actualmente, la realización de cálculos está generalmente asociada a la función de procesamiento de datos o a la función de comunicación. Por ejemplo, los cálculos ejecutados por un modelo de simulación, pueden ser presentados y comunicados a través de Internet. Las áreas de la fitopatología en que se utilizan cálculos matemáticos, se relacionan principalmente con la epidemiología. Los modelos de simulación para estudios epidemiológicos, los sistemas de alerta y previsión, el software estadístico y las planillas electrónicas, constituyen algunos ejemplos de aplicación de la función de computación. El libro *Excercises in plant disease epidemiology* [Francl y Neher, 1997], presenta varios ejemplos de estas aplicaciones.

Después de este inicio, sensores y microprocesadores, relativamente baratos, en asociación con software para su control, baterías para el almacenamiento de energía y la comunicación por satélites habilitados a personas que trabajan con el medio ambiente, incluidos los fitopatólogos, permiten recolectar grandes cantidades de datos en forma georreferencida [Jahns, 2000] y procesarlos produciendo conocimiento [Udink Tem Cate y Dijkhuizen, 1999].

2.1.3.2. Procesamiento de información

El procesamiento de la información incluye el almacenamiento y la manipulación de datos por medio de la computadora sin implicar cálculos. El término procesamiento de información es preferido al de procesamiento de datos. Estos constituyen información no procesada en tanto que las imágenes y textos, utilizados en trabajos de fitopatología, son considerados datos ya procesados, o sea información. Para procesar datos transformándolos en información es necesario colectarlos a campo de manera no siempre sencilla [Canteri *et al*., 2004].

Las tecnologías de la información y comunicación auxilian en el desarrollo de equipamiento y sensores adecuados para recolectar datos en relación al manejo de enfermedades. En este sentido, existen diversos tipos de sistemas de pronóstico que se utilizan para monitorear condiciones propicias para la infección, en las principales enfermedades de numerosos cultivos. Así, diversas

empresas, desarrollan en distintos países, productos informatizados para la fitopatología [Canteri *et al*., 2004].

2.1.3.3. Comunicación

La más reciente aplicación de la computadora es la comunicación, la cual se realiza a través de Internet. Este es un sistema que integra la comunicación y la información de manera estática, dinámica y en tiempo real. Además de ser un medio de transmisión de la información, es al mismo tiempo un medio de trueque, almacenamiento, ordenamiento y análisis de la misma. En la fitopatología estas herramientas son utilizadas en las áreas de educación e investigación [Canteri *et al*., 2004]. Al respecto, Palm [1996] comenta que el progreso obtenido en la sistematización de los microorganismos, así como su utilidad para los usuarios, depende del conocimiento acumulado y de la organización de dicha información.

Los avances en las tecnologías de la información permiten el análisis de datos de secuencia genética con intercambio entre laboratorios. Permite un análisis estadístico para determinar el relacionamiento filogenético y el desarrollo de programas para auxilio en estudios taxonómicos [Canteri *et al*., 2004].

El manejo integrado de plagas y enfermedades, es esencialmente un sistema de trueque intensivo de información. Internet ofrece los medios para la comunicación entre investigadores y extensionistas ligados a dicho manejo integrado y de estos con sus clientes. Sobre este particular, la Web posibilita el desarrollo de una importante fuente de recursos y datos tanto para la investigación como la extensión, enseñanza y entrenamiento, en lo que a manejo integrado de enfermedades se refiere, los cuales no eran tan fácilmente accesibles antes de la llegada de Internet [Canteri *et al*., 2004].

2.1.4. Aplicaciones generales

Las aplicaciones generales de la informática a la fitopatología pueden ser divididas de acuerdo con la función a la que se destinan. Canteri *et al*. [1999], basados en Scott [1998], sugieren una clasificación que procura englobar las tres funciones básicas de la computadora (computación, procesamiento de información y comunicación) de una forma más detallada, incluyendo la parte correspondiente a software y hardware. Según esta clasificación, las tecnologías de la información en la fitopatología pueden ser útiles para:

- Organizar hechos para producir información.
- Interpretar información para producir conocimiento.
- Usar conocimiento para apoyar procesos de toma de decisiones.
- Usar conocimiento para hacer previsiones.
- Transmitir conocimiento para educar y entrenar.
- Almacenar y difundir información.
- Comunicar y consultar en forma remota.

2.1.4.1. Organizar hechos para producir información

El uso de la técnica de banco de datos, para seleccionar y organizar lo que se desea de una gran cantidad de referencias bibliográficas, fue una de las primeras y más poderosas aplicaciones de las tecnologías de la información en la fitopatología, con gran utilidad para los profesionales del área, y todavía prevalece. Existen sistemas de búsqueda como el Plant Pathology Internet Guide Book [http://www.pk.uni-bonn.de/ppigb/ppigb.htm], el cual permite que las revisiones bibliográficas se vuelvan simples y rápidas, con una distribución de resúmenes y artículos científicos en formato digital.

2.1.4.2. Interpretar información para producir conocimiento

Dentro de esta aplicación se incluyen sistemas de información de toxicidad por virus y otros microorganismos, tales como los sistemas de información geográfica (GIS), que permiten mapear la distribución de un patógeno en función del tiempo y de datos climáticos [Canteri *et al*., 2004].

La combinación de textos, imágenes y sonidos es responsabilidad de otra área de aplicación, la multimedia. Un ejemplo lo constituye Wikimedia Commons, dentro de la categoría Plant diseases [http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Plant_diseases].

También el desarrollo de software y sistemas de análisis de imágenes cumplen la finalidad de producir conocimiento como el SIARCS [Jorge, 1996] y el ASSESS [Lamari, 2002], resultando útiles también para el desarrollo de escalas diagramáticas.

2.1.4.3. Usar conocimiento para apoyar procesos de toma de decisiones

El software utilizado para el diagnóstico de enfermedades, basados en el uso de llaves dicotómicas, y los sistemas expertos, son los principales representantes de este grupo de aplicaciones. Los sistemas expertos son programas que usan el conocimiento y simulan la lógica de la decisión humana para resolver problemas de difícil solución, únicamente resueltos por expertos [Harmon y King, 1985].

En la fitopatología, estos sistemas tienen gran potencial en el desarrollo de sistemas de apoyo a las decisiones sobre previsión, simulación, diagnóstico y manejo de enfermedades [Michalsky *et al*., 1983].

De manera general, el desarrollo del sistema comprende distintas etapas [Pozza *et al*., 1999]:

1. Selección del problema.
2. Desarrollo del prototipo.
3. Desarrollo del sistema experto.
4. Evaluación.

El software SASM-Agri (sistema para análisis y separación de medias), ayuda en el proceso de toma de decisiones, al permitir al usuario la selección, por medio de análisis estadístico, de material genético resistente a las enfermedades [Canteri *et al*., 2001].

2.1.4.4. Usar conocimiento para hacer previsiones

Las previsiones de epidemias en función de datos climáticos o de distribución de plantas en determinada región, pueden realizarse en base a software o equipamiento diseñado al efecto. Colpam [Becker, 2010] es un equipamiento proyectado para recolectar parámetros ambientales que sirve de auxilio en la previsión de enfermedades de varios cultivos. Posee un sensor de humedad foliar y otro de temperatura, que son fijados junto a la planta. Almacena y procesa la información de acuerdo con tablas que calculan el valor diario de severidad, indicando cuando se debe realizar la primera aplicación para controlar la enfermedad. El programa Agroalerta, gerenciado por el Dr. Modesto Barreto (UNESP), emite previsiones de enfermedades para cultivos

de maní, batata, cebolla, zanahoria, melón y tomate. El sistema recibe datos de una red de estaciones agrometeorológicas, calcula condiciones favorables a la infección por los principales patógenos y emite un alerta a los participantes del sistema [Canteri *et al*., 2004].

En Estados Unidos, un modelo de previsión de riesgo de la fusariosis del trigo, es ejecutado en tiempo real en Internet. Para correr el modelo, el usuario provee un dato de floración promedio del cultivo. El modelo utiliza datos horarios de estaciones meteorológicas distribuidas en diversos estados del país, generando categorías de riesgo en escala de colores, a través de la interpolación de resultados. Por medio de un sitio en Internet, el usuario identifica la posición de su región en un mapa, verificando el grado de ocurrencia de una epidemia [Canteri *et al*., 2004].

De forma similar, en Ontario, Canadá, mapas de previsión de contaminación de granos de trigo, con una micotoxina de *Fusarium* (desoxinivalenol), son generados diariamente para una determinada fecha de espigazón, en programas específicos, y las imágenes puestas a disposición para consulta en Internet [Canteri *et al*., 2004].

2.1.4.5. Transmitir conocimiento para educar y entrenar

El CD-ROM e Internet, pueden ser utilizados como forma de transferencia de conocimientos eficientes, comparados con libros y periódicos impresos, con algunas ventajas intrínsecas como la inclusión de la difusión, la disponibilidad constante y el menor costo de implementación y actualización [Canteri *et al*., 2004].

El APSnet Education Center, mantenido por la Sociedad Americana de Fitopatología, es un sitio Web que divulga publicaciones instructivas revisadas en el área en cuestión. Es de consulta libre y sirve como importante recurso para alumnos e instructores de cursos respectivos [Canteri *et al*., 2004]. También, el software bajo el formato de juegos, resulta útil para educar y entrenar estudiantes, simulando la realidad, y se utiliza para el aprendizaje de procesos de diagnóstico de enfermedades y cuantificación de la severidad de las mismas. Algunos ejemplos de estos juegos de simulación son AppleScab, LateBlight, Resistan y TurfBlight [Bridge *et al*., 1997].

Con relación al entrenamiento de evaluadores de enfermedades, algunos programas clásicos son DISTRAIN [Tomerlin y Howell, 1988], DISPRO [Nutter, 1989]. En la mayor parte de este tipo de programas, el usuario hace el test y al final emite un resultado de su desempeño en forma tabular y gráfica.

Las tecnologías de la información, contribuyen también, a través de Internet principalmente, a la educación a distancia e intercambio de experiencias entre instructores y educadores que normalmente actúan en forma aislada.

2.1.4.6. Almacenar y difundir información

Es la aplicación que ha presentado el mayor crecimiento en los últimos años. El almacenamiento y difusión de la información, están generalmente asociados a otras aplicaciones como el software desarrollado para organizar hechos y producir información específicamente, lo cual puede hacerse disponible vía Internet [Canteri *et al*., 2004]. La Web, es un poderosísimo medio de difusión de la información en el área fitopatológica. El *Plant Pathology Internet Guide Book*, es un sitio web que organiza y clasifica hipervínculos a sitios con información sobre fitopatología a nivel mundial [Canteri *et al*., 2004]. La Sociedad Americana de Fitopatología, creó recientemente una revista electrónica, el *Plant Health Progress* [http://www.plantmanagementnetwork.org/php/], que publica artículos científicos exclusivamente para Internet.

2.1.4.7. Comunicar y consultar en forma remota

Además de almacenar y difundir información, Internet también es útil para la realización de consultas remotas y comunicación. Particularmente, existen sistemas que permiten realizar diagnósticos en línea. En estos sistemas, el usuario navega escogiendo opciones presentadas, fundamentalmente con fotografías de síntomas, los cuales llevan al posible diagnóstico de la enfermedad [Canteri *et al*., 2004].

Con el acceso facilitado a Internet, a escaneos, cámaras de video y fotografías digitales, a fines de los 90, en Estados Unidos, surgió el interés por el desarrollo de sistemas de diagnóstico a distancia, por medio de imágenes digitales (diagnóstico digital). Un sistema pionero fue desarrollado en la Universidad de Georgia, donde en 1997 se distribuyeron estaciones digitales en 94 de los 159 municipios del Estado. Cada estación consiste básicamente

en una computadora, para realizar capturas con cámara fotográfica digital y escáner, o bien sistemas de captura de video instalado en microscopios, para obtención de imágenes de estructura del patógeno [Canteri *et al*., 2004].

2.1.5. Aplicaciones específicas

Las áreas en las que existe una gran interacción entre la informática y la fitopatología, pueden ser consideradas como aplicaciones específicas de la primera sobre la segunda. Dichas áreas son:

- Los modelos de simulación de epidemias.
- La agricultura de precisión.
- Los sensores remotos.
- Las imágenes digitales.
- La bioinformática.
- Las redes neuronales, minería de datos y sistemas expertos.

2.1.5.1. Modelos de simulación de epidemias

En los últimos años se ha realizado un esfuerzo considerable en el estudio de modelos de simulación basados en enfermedades de plantas. Se desarrollaron modelos de fenología, dinámica de poblaciones y modelos epidemiológicos para diversas enfermedades de importancia económica. Entretanto, algunos problemas están a la espera de solución, especialmente cuando el objetivo final es incluir estos modelos en sistemas de soporte para la toma de decisiones de productores y técnicos [Canteri *et al*., 2004].

El tizón tardío de la papa, causado por *Phytophtora infestans*, es una enfermedad importante y relativamente bien estudiada, pero todavía se requiere más investigación para su manejo. Más allá de la dinámica poblacional y de la variabilidad del patógeno, el tizón tardío es altamente dependiente de las condiciones ambientales, lo que hace a la enfermedad altamente variable en el tiempo y el espacio [Hijmans *et al*., 2000]. Los modelos de simulación desarrollados para el mencionado patógeno integran el conocimiento epidemiológico sobre el mismo, mejorando así el manejo de la enfermedad. Los modelos de simulación dinámicos deben ser claramente diferenciados de los modelos de previsión de enfermedades. Estos últimos, son típicamente empíricos, pudiendo ser útiles para el control de la enfermedad ayudando, por ejemplo, a determinar el inicio o los intervalos óptimos para pulverizar con

pesticidas, pero no estiman la severidad de la enfermedad a lo largo del tiempo o el rendimiento. Además, tienen un dominio geográfico limitado de validación, y difícilmente pueden ser adaptados para diferentes cultivos. Sin embargo, los modelos de simulación dinámicos, podrían ser una base eficaz para desarrollar modelos de previsión [Canteri *et al*., 2004].

Uno de los primeros modelos de simulación con aplicación práctica en el área de la fitopatología es el Epidemics Predictor (EPIPRE), desarrollado en Holanda. Este sistema, genera información específica para cada situación monitoreada. La información recibida, referente a seis enfermedades de trigo y a dos especies de pulgones alineadas al modelo, dan por resultado las recomendaciones a los usuarios [Zadoks, 1986]. La información sobre la dinámica poblacional de microorganismos, es generalmente tratada aisladamente del crecimiento del hospedante [Zadoks, 1971], por lo que los daños causados por las enfermedades no son medidos adecuadamente. Para resolver este problema es necesario acoplar los modelos de simulación de enfermedades a los modelos de simulación de crecimiento. Este concepto es abordado por varios autores [Pinnschmidt *et al*., 1995; Berger, 1989; Luo *et al*., 1993], y constituye hoy día un gran desafío.

El manejo integrado[3] de enfermedades, en principio, implica el uso de varios métodos de control. La estrategia a utilizar exige una previsión de la severidad final de la enfermedad y de las pérdidas consecuentes del desarrollo de la epidemia. En el caso del control químico, los pronósticos se basan en el progreso de la enfermedad en relación al estadio fenológico del cultivo, que permite determinar el momento adecuado de aplicación y el aspecto económico de la medida de control. Estimar daños a través de la observación de enfermedades es extremadamente difícil. La severidad de los síntomas visuales, puede ser resultante de diferentes alteraciones en la fisiología de la planta; el efecto depende de lo que aconteció con la planta en el pasado, de lo que está aconteciendo en el presente y de lo que acontecerá en el futuro. Por lo tanto, la única estrategia confiable para predecir daños, es el empleo de simulaciones, basadas en el uso de modelos matemáticos de crecimiento de la planta en relación al ambiente en que se encuentra, así como también simular

[3] Es la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyan el desarrollo de las poblaciones de plagas y mantengan el empleo de biocidas a niveles económicamente justificados [FAO, 2006].

las alteraciones producidas por el patógeno, en el crecimiento, la fisiología y sus consecuencias en el rendimiento [Shaw, 1997]. Por ello, el desarrollo de modelos de simulación requiere un gran esfuerzo en la obtención de datos confiables. Para progresar es preciso presumir los efectos y testearlos para ver su proximidad con la situación real. Para las enfermedades foliares, es razonable suponer que la mayoría de los efectos puedan ser atribuidos a los síntomas visuales y proporcionales a la intensidad de los mismos, pero esta suposición no es verdadera en todos los patosistemas [Canteri *et al*., 2004].

La ocurrencia de enfermedades está asociada a condiciones climáticas específicas y características de la planta. El uso de modelos complejos, esencialmente mecanísticos, del tipo de simulación de crecimiento y desarrollo de cultivos, ligado a la ocurrencia y avance de enfermedades, pueden servir para orientar decisiones en el manejo de tales factores, incluyendo aspectos tales como probabilidad de ocurrencia de la enfermedad, su curso y el riesgo de pérdidas de producción. La investigación sobre cambios climáticos globales es extremadamente dependiente del uso de modelos de simulación de crecimiento y desarrollo de cultivos. Mientras tanto, muchos de los modelos de simulación actuales, no esclarecen las pérdidas por adversidades (plagas, enfermedades, malezas), a pesar de que frecuentemente causan reducciones sustanciales en los rendimientos de los cultivos [Canteri *et al*., 2004].

2.1.5.2. Agricultura de precisión

La agricultura de precisión está ligada a los sistemas de información geográfica (GIS) y también para aplicaciones prácticas a campo dependientes de sistemas de posicionamiento global (GPS). La combinación de GIS con otras tecnologías como sensores remotos, GPS y geoestadística, prometen importantes cambios en la previsión de enfermedades y en las recomendaciones de aplicación de pesticidas [Blaise, 1998]. Las tecnologías para agricultura de precisión, están siendo desarrolladas para obtener condiciones específicas, en pequeña escala y en tiempo real, permitiendo así encontrar los requerimientos técnicos de cada zona agrícola [Maohua, 2001].

En este tipo de tecnología, la información necesita ser analizada para poder utilizarse, análisis que sólo es viable mediante el uso de computadoras. Técnicas de inteligencia artificial, procesamiento de imágenes, entrenamiento y análisis estadístico, son herramientas computacionales utilizadas en agricultura

de precisión. Términos tales como procesamiento de imágenes, redes neuronales, sistemas multiagentes, sistemas de toma de decisiones, minería de datos y lógica difusa, están siendo utilizados en la producción agrícola. Herramientas antes destinadas a la automatización industrial, hoy encuentran su espacio en sistemas de manejo de áreas agrícolas. Las computadoras y tecnologías de comunicación, están íntimamente ligadas a este desarrollo [Canteri *et al*., 2004].

La fitopatología participa en la agricultura de precisión. Técnicas de acompañamiento de cultivos recolectando información sobre intensidad de enfermedades a campo, con el auxilio de equipamiento GPS, son utilizados para comparar los resultados con mapas de productividad obtenidos en la recolección. Otras aplicaciones en la fitopatología son obtenidas de ejemplos ya desarrollados en otras áreas, principalmente la ambiental, donde estudios muestran que datos de sensoramiento remoto y datos geográficos, pueden ser combinados para mejorar la exactitud de mapas, modelos de previsión y simulación de ocurrencia de enfermedades. Un trabajo conjunto entre la Universidad Estatal de Londrina (UEL), Fundación ABC y el Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR), permitió desarrollar una herramienta que utiliza la agricultura de precisión en conjunto con la meteorología, la cual permite estimar la probabilidad de ocurrencia de la roya de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*) [Yang *et al*., 1991] en el estado de Paraná, sobre la base de condiciones de temperatura y humedad favorables a la infección. En este desarrollo, las computadoras resultaron útiles para recolectar y almacenar datos horarios de temperatura y humedad relativa, utilizados en los cálculos y obtenidos en más de 30 estaciones meteorológicas automatizadas y posicionadas en puntos estratégicos del estado.

2.1.5.3. Sensores remotos

Las imágenes satelitales obtenidas a baja altitud (infrarrojo), presentan alta correlación con el vigor vegetativo y el mayor volumen de biomasa. En el ciclo de los cultivos, el análisis de las imágenes permite seguir el desarrollo de epidemias y su evolución. Se puede percibir una variación de colores provocada por el manejo diferenciado de parcelas. A través de la resolución espacial de 20 metros o hasta 1 metro (satélite IKONOS), las imágenes pueden indicar una serie de anomalías. El problema es que otros factores, además de la enfermedad, pueden provocar variaciones en el volumen acumulado de

biomasa, además de que los datos no siempre llegan a tiempo, debido a interferencias atmosféricas (nubes) y también al alto precio de adquisición de las imágenes satelitales [Canteri *et al*., 2004].

Como alternativa a los satélites, pueden utilizarse levantamientos aerofotogramétricos, que a pesar de su aplicabilidad aún presentan costos impeditivos para ser empleados a gran escala. Everitt y Escobar [1999] utilizaron imágenes aéreas digitales en infrarrojo, obtenidas en levantamientos como el mencionado, para detectar la mancha del roble (*Ceratocystis fagacearum*). Silveira *et al*. [2001] desarrollaron un sistema de robot aéreo que puede ser útil para aplicaciones de sensoramiento remoto en áreas agrícolas. Dicho sensoramiento no precisa necesariamente ser realizado a larga distancia. Radiómetros pueden ser utilizados a campo, para obtener lecturas en varias longitudes de onda, inclusive en infrarrojo. Medidas de reflectancia obtenidas por un radiómetro portátil de múltiple espectro, fueron utilizadas para comparar con medidas de severidad de enfermedades foliares y productividad en maní. Gianasi *et al*. [2000] utilizaron sensores remotos para verificar la eficiencia de fungicidas en el control del tizón de la hoja en zanahoria (*Alternaria dauci*). Marchiorato *et al*. [2002] utilizaron espectroradiometría a campo para detectar el nematode *Meloidogyne incognita* en labranza del algodón. Watson *et al*. [2000] presentaron resultados prácticos del sensoramiento remoto a través del uso de valuaciones de infrarrojo para estimar la colonización de manzanas por *Phymatorichopsis omnivora*.

Analizar, almacenar e interpretar las imágenes, son las mayores dificultades del uso de sensores remotos. Existen programas de entrenamiento desarrollados por distintas universidades y organismos de investigación. Dicho entrenamiento se realiza por Internet, resaltando el uso de GPS y GIS. Así, han surgido nuevas empresas que prestan servicios analizando los datos de los productores, como por ejemplo, comparación de mapas de rendimiento obtenidos por cosechadoras equipadas con GPS, con imágenes obtenidas durante el ciclo del cultivo. Otras informaciones como el índice de área foliar, contenido de clorofila y severidad de enfermedades, pueden correlacionarse para intentar explicar la variabilidad espacial de la producción. La Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), en un proyecto con horizonte 2020, pretende aumentar la utilización de sensores remotos en la

agricultura, reduciendo los riesgos de cosecha y mejorando el medio ambiente [Canteri *et al*., 2004].

2.1.5.4. Imágenes digitales

Las imágenes digitales también pueden ser almacenadas, siendo el punto de partida el procesamiento de la misma. Trabajos en esta área, aplicados a la fitopatología, vienen siendo desarrollados desde la década del 80, cuando las máquinas todavía no poseían gran capacidad de procesamiento. Blanachette [1982] describió un análisis de imágenes como una nueva técnica, útil para medir defectos en árboles. Lindow y Web [1983] se encuentran entre los pioneros en el estudio de sistemas para cuantificar síntomas en hojas afectadas, utilizando análisis de imágenes videodigitalizadas.

La aplicabilidad de sistemas de procesamiento de imágenes, fue posible gracias al incremento de la performance de las computadoras. Kampmann y Hausen [1993] utilizaron imágenes digitales coloreadas para cuantificar la severidad de oídio en hojas de pepino. Otro trabajo similar, fue realizado por Kokko *et al*. [1993] para cuantificar la decoloración de entrenudos del tallo de trigo, provocada por putrefacción ordinaria de raíces. Síntomas de virus en hojas de maíz, provocados por Maize Streak Virus (MSV), también fueron cuantificados en un sistema basado en microcomputador, con alto grado de automatización [Martin y Rybicki, 1998]. Niemira *et al*. [1999] desarrollaron un sistema para analizar tubérculos de papa en relación a la susceptibilidad a *Phytophthora infestans*. Más recientemente, el software Image Analysis Software for Plant Disease Quantification (ASSESS), fue proyectado exclusivamente para cuantificar enfermedades a través de imágenes digitales [Lamari, 2002].

El procesamiento de imágenes, además de las aplicaciones citadas precedentemente, también es útil para elaborar escalas diagramáticas [Rodrigues *et al*., 2002]. Ahmad *et al*. [1999] desarrollaron un sistema para clasificar semillas de soja con síntomas de daños por hongos y virus. Leemans *et al*. [1999] presentaron un método para identificar defectos en frutos de manzanas, entre ellos lesiones provocadas por hongos. Guyer y Yang [2000] presentaron un sistema para detección de defectos en frutos de cerezo utilizando imágenes espectrales.

2.1.5.5. Bioinformática

La información hereditaria y funcional de una planta o un patógeno está almacenada en forma de ADN, ARN y proteínas. Estas macromoléculas son cadenas lineales montadas a partir de compuestos químicos bien conocidos (nucleótidos) representados por un alfabeto fijo, C, B, A, T para el ADN, o C, G, A, U para el ARN, y los 20 aminoácidos que pueden componer las proteínas. En función de las cadenas lineales representadas por compuestos conocidos, ellas pueden ser representadas por secuencias de símbolos que pueden compararse para encontrar similitudes con otras moléculas conocidas que aparentan semejanzas en la forma o la función. El análisis genético de la resistencia de plantas a los patógenos y de la patogenicidad de los agentes, producidas por las enfermedades vegetales, está íntimamente relacionado con el conocimiento de la función y composición de dichas secuencias [Canteri *et al*., 2004].

La comparación de secuencias, es probablemente la herramienta computacional más útil para los fitopatólogos moleculares. Las computadoras, debido a su agilidad, e Internet como medio de comunicación, hicieron posible la comparación de las mencionadas secuencias. Estas herramientas permiten el acceso a los bancos de datos públicos de secuencias de genomas, disponibles en una interfaz amigable para los usuarios de todo el planeta. Con programas simples, un fitopatólogo puede comparar una secuencia de ADN recientemente definida por él, con colecciones de secuencias de ADN públicas, con funciones de resistencia a la patogenicidad, muchas veces conocida para estas moléculas [Canteri *et al*., 2004].

Cualquier resultado en bioinformática, sea un alineamiento de secuencias, la predicción de una estructura o un análisis de expresión genética, debe responder a una cuestión biológica. Por esta razón la interpretación de un resultado hecha por un investigador, es el paso más importante del proceso científico. Presentaciones bajo la forma de gráficos, comparaciones estadísticas y técnicas como minería de datos, son herramientas computacionales que ayudan a dar sentido a los resultados obtenidos [Gibas y Jambeck, 2001].

2.1.5.6. Redes neuronales

Técnicas computacionales desarrolladas para otras áreas de la ciencia, también tienen aplicación en la fitopatología. Entre ellas están las redes neuronales, las cuales constituyen sistemas de inteligencia artificial con capacidad de simular los mecanismos de aprendizaje del cerebro humano, con gran potencial en el reconocimiento de patrones [Zahedi, 1991]. En la fitopatología ya fueron empleados en síntomas analizados por imágenes, para identificar esporas de hongos causantes de la putrefacción de la madera [Morris *et al*., 1992] y para identificar y cuantificar el porcentaje de semillas de trigo con micotoxinas, provocada por *Gibberella zeae* [Ruan *et al*., 1998].

Algunos trabajos han utilizado las redes neuronales como alternativa a los modelos de simulación desarrollados por métodos matemáticos. En este caso, son útiles para reconocer patrones y prever series temporales [Pozza *et al*., 1999]. Mizubuti *et al*. [1994] las utilizaron para describir epidemias de roya del poroto (*Uromyces appendiculatus*) y Pinto *et al*. [2002] describieron epidemias de roya del café (*Hemileia vastatrix*). Pozza *et al*. [1999] probaron el potencial de aplicación de las redes neuronales para describir la epidemia de la enfermedad conocida como escoba de bruja (*Crinipelis perniciosa*) en el cacao y De Wolf y Francl [2000] las utilizaron para prever la ocurrencia de mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis*) y tizón de las glumas (*Phaeosphaeria nodorum*) en trigo.

2.1.5.7. Sistemas expertos

Los sistemas expertos son programas informáticos que intentan igualar, y mejor aún, superar la lógica y habilidad de un profesional experto en la resolución de problemas, que requieren experiencia, conocimiento, juicio e interacciones complejas. La fiabilidad de dichos sistemas es proporcional al conocimiento de los expertos que lo produjeron. Estos sistemas pueden utilizar datos en casi cualquier formato y sugerir una solución al problema, incluso utilizar datos incompletos o incorrectos, siempre y cuando el grado de certeza de los mismos sean cuantificados por el experto y se incluyan en la base de conocimientos. En fitopatología con frecuencia se utilizan estos sistemas con fines de diagnóstico, por ejemplo, identificar la causa de una enfermedad por los síntomas y las observaciones relacionadas. Sin embargo, muchos de estos sistemas incorporan el proceso de toma de decisiones de los expertos y

asesoran a los productores en las medidas de manejo de enfermedades. Mediante la incorporación de modelos de infección de enfermedades de cultivos en la base de conocimientos de la computadora, el sistema experto puede asesorar a los productores sobre la probabilidad de ocurrencia real de la enfermedad, períodos de infección y recomendaciones sobre tipo, cantidad y momento de aplicación de pesticidas [Agrios, 2005].

Dos sistemas computarizados para la predicción del tizón tardío de la papa (1975) y sarna del manzano (1980), pueden considerarse como los precursores de los sistemas expertos. El primer sistema experto en fitopatología fue desarrollado en 1983 para el diagnóstico de casi 20 enfermedades de soja en Illinois. Desde entonces, se han desarrollado sistemas expertos para el diagnóstico o tratamiento de las enfermedades de tomate (TOM), vid (graPES), trigo (CONSELLOR), manzana (POMME), durazno y pelón (CALEX), entre otros. Otro ejemplo de sistemas expertos es MoreCrop, el cual fue diseñado para proporcionar alternativas de manejo de enfermedades en diferentes regiones geográficas del Noroeste del Pacífico, gracias a la gran cantidad de información disponible sobre enfermedades de trigo, así como los avances en computación. Los sistemas expertos se utilizan principalmente, aunque no exclusivamente, con cultivos hortícolas de alto valor comercial, que requieren la aplicación frecuente de plaguicidas, como parte del manejo de la enfermedad, por lo general en respuesta a las condiciones climáticas del lugar específico [Agrios, 2005].

2.2. El Arándano como cultivo de alto valor comercial

2.2.1. Clasificación y características generales

El arándano constituye un grupo de especies del género *Vaccinium*, perteneciente a la familia botánica de las Ericáceas, de las cuales existen alrededor de 450 que se encuentran distribuidas en el mundo y fundamentalmente en el Hemisferio Norte [Buzeta, 1997].

Pritts y Hancock [1992] establecen diferencias entre especies y variedades según su origen, requerimientos de frío invernal y conformación de la planta, identificando las siguientes entre las especies comerciales:

- *Vaccinium angustifolium* y *Vaccinium myrtilloides* o “arándano bajo” (lowbush), de recolección silvestre en Canadá y noreste de Estados

Unidos, por su alta resistencia a los fríos invernales. Produce frutos de pequeño tamaño, pero apropiado en sabor y aroma.

- *Vaccinium ashei* o “arándano ojo de conejo” (rabbiteye), originario del sudeste de Estados Unidos, con gran resistencia a los suelos alcalinos, a sequías y muy buena conservación poscosecha.
- *Vaccinium corymbosum* o “arándano alto” (highbush), es el más cultivado, debido a su fruto de alta calidad en cuanto a sabor y tamaño. Proviene de poblaciones del norte y sudeste de Estados Unidos.

En la Argentina se cultivan los dos últimos, con preferencia el “alto”. El frutal tiene requerimientos de vernalización, es decir, que debe acumular durante el invierno una cierta cantidad de horas de frío por debajo de 7ºC, que le permita la inducción a floración y asegure una buena fructificación en la primavera siguiente. El arándano es un arbusto de hoja caduca, sumamente resistente al frío invernal, soportando temperaturas de hasta -32ºC, independientemente de lo cual, requiere un período libre de heladas de al menos 140 días (preferentemente más de 160), ya que pasado el período de reposo invernal puede verse afectada la floración. Las condiciones climáticas afectan el sabor y aroma del fruto [Pighín y Vilella, 1997].

En cuanto al suelo, se prefieren fundamentalmente ácidos, ligeros, con buena provisión de materia orgánica, buen drenaje, con una napa freática a más de 90 cm, pobres en P y Ca. La elección correcta del lugar de cultivo es muy importante, dado que una vez implantado permanece en producción al menos por 30 años, siendo altos los costos de inversión de la instalación [Berhongaray y Vilella, 1998].

El fruto es una baya semiesférica, firme, con un tamaño medio de 11 mm (7 a 15 mm), de color entre celeste y azul muy oscuro, de sabor agridulce característico. Tiene semillas imperceptibles al comerlas. Es antioxidante (más que el ajo, col, brócoli), posee pequeñas cantidades de ácido elágico (probado en laboratorio como inhibidor del cáncer químico), contiene un componente preventivo de infecciones urinarias (por propiedades antibióticas), ideal en dietas hipocalóricas [Pritts y Hancock, 1992].

El cultivo de arándano, tiene las ventajas de obtener altos precios, ser estable luego de la implantación, no poseer elevados costos de mantenimiento y poder

producirse en suelos marginales, o condicionados para la agricultura tradicional [Barrón y Vilella, 1997].

2.2.2. Superficie cultivada y de crecimiento silvestre

El arándano es un cultivo de muy alta inversión inicial, que puede oscilar entre 14.000 y 21.000 U$S/hectárea, de acuerdo a la densidad y tamaño de plantas. Requiere de algunos años para recuperar dicha inversión, ya que comienza a producir al tercer año, alcanzando la condición de plantación adulta, con una producción estable, al séptimo u octavo año. En un cultivo en plena producción, bien manejado, se pueden esperar rendimientos de alrededor de 8000 kg/ha, de los cuales aproximadamente el 70% cumpliría con los requisitos de calidad para su exportación como producto fresco [Godoy, 2002].

En la Argentina, existen áreas cultivadas en Buenos Aires, Entre Ríos, Corrientes, Santa Fe, Córdoba, San Luis, La Pampa, Salta y Tucumán, principalmente. Otras zonas que pueden considerarse son la Comarca Andina (El Bolsón, Lago Puelo), Catamarca y Misiones (Figura 1).

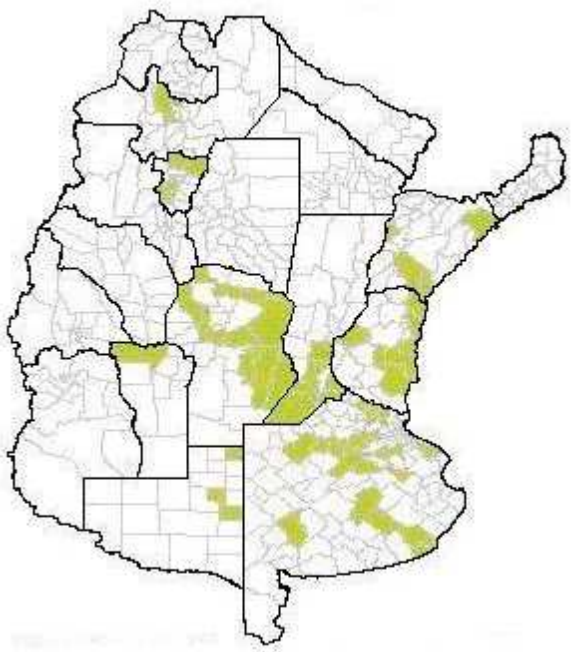

Figura 1: Principales zonas productoras [SAGPyA, 2009].

La superficie cultivada dedicada al arándano era tan sólo de 5 ha en 1992 y 50 ha en 1998. A partir de allí se registró un acelerado crecimiento de la misma que pasó de 2720 ha en 2005 a 3300 ha en 2006 y 4200 ha en 2007. Se

supone que la superficie plantada seguirá aumentando, con incrementos más que proporcionales en la producción de los próximos años, dado la mayor edad y tamaño de las plantas. Si bien en su momento se pronosticó un 37% de incremento del área sembrada de 2005 a 2010, lo cual implica aproximadamente 3700 ha para este último año, dicha expectativa fue ampliamente superada, contándose actualmente con más de 5000 ha cultivadas [Sozzi, 2007].

Este cultivo se puede desarrollar en casi todo el país, pero son convenientes aquellas latitudes donde la cosecha coincida con los meses de octubre, noviembre y primera quincena de diciembre. Concordia reúne todas las condiciones para su cultivo, ya que cuenta con mano de obra frutícola calificada, adquirida históricamente por los cultivos citrícolas de la zona, suelos muy bien drenados, muy buena calidad de agua y un pH neutralmente ácido, lo cual favorece un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas [Divo de Sesar, 2003].

Algunos datos sobre áreas cultivadas y silvestres en otros países o regiones, se pueden apreciar en el Cuadro 1. También se mencionan áreas de crecimiento silvestre, cuya producción, por su naturaleza, es errática en función del clima, no obstante lo cual, representa alrededor del 70% de la superficie mundial productiva del fruto, que se estima en el orden de las 7000 ha, de las cuales el 90% corresponde a Estados Unidos y Canadá [FAO, 2007].

Cuadro 1: Área cultivada y silvestre de arándano por país y región [FAO, 2007].

PAÍS	REGIÓN	CULTIVO
Estados Unidos Canadá	América del Norte	Silvestre y cultivada
Alemania España Francia Benelux	Europa Occidental	Cultivada
Polonia Rusia Ucrania Países Bálticos	Europa Oriental	Silvestre
Chile Argentina	América del Sur	Cultivada
Australia Nueva Zelanda	Oceanía	Cultivada
Sudáfrica	África	Cultivada

El arándano silvestre se destina a la industria, principalmente de congelado, para uso en distintas elaboraciones gastronómicas [FAO, 2007].

El Cuadro 2, muestra la evolución del área cultivada para cada región de Estados Unidos, a partir de 1982, con una proyección hasta 2013, de donde surge un crecimiento del 100% en 30 años, que podría estimular el desarrollo de estrategias de expansión de implantaciones, crecimiento vegetativo y consumo per cápita, esperable en el principal mercado de nuestro país [Fiszman, 2006].

Cuadro 2: Proyección del área cultivada (ha) de Estados Unidos. Período 1982/13 [Fiszman, 2006].

	AÑOS				
REGIÓN	**1982**	**1992**	**2003**	**2008**	**2013**
Noreste	3987	4700	4275	4335	4399
Sur	3400	4976	6653	7973	10077
Centroeste	5328	7588	8013	8094	8163
Sudoeste	494	1290	655	752	805
Oeste	570	1220	3025	4745	6283
TOTAL	**13779**	**19774**	**22621**	**25899**	**29727**

2.2.3. Producción

La producción de arándanos requiere de herramientas que permitan disminuir al máximo el riesgo asumido en el cultivo, aumentando la precisión de todas las decisiones, desde la elección del cultivar, pasando por el manejo durante todas las etapas de producción, hasta la obtención y conservación del producto final. Un adecuado manejo de los costos directos e indirectos permitirá aumentar la rentabilidad en relación al capital invertido. En un planteo orientado a la exportación de arándano fresco, es necesario diseñar una adecuada política de comercialización, que pueda incluir agrupaciones de productores, como ya se ha implementado en algunas regiones, acabado conocimiento de los requisitos y preferencias de los mercados donde va dirigido el producto, previendo el mantenimiento de una ajustada cadena de frío poscosecha, al tratarse de un producto perecedero, contando también con asesoramiento técnico calificado [Godoy, 2002].

La producción de arándanos se inició en la Argentina en 1994, cuando se realizó la primera exportación a Estados Unidos, en tanto que su evolución y expectativa de crecimiento hasta el año 2010, puede observarse en la Figura 2.

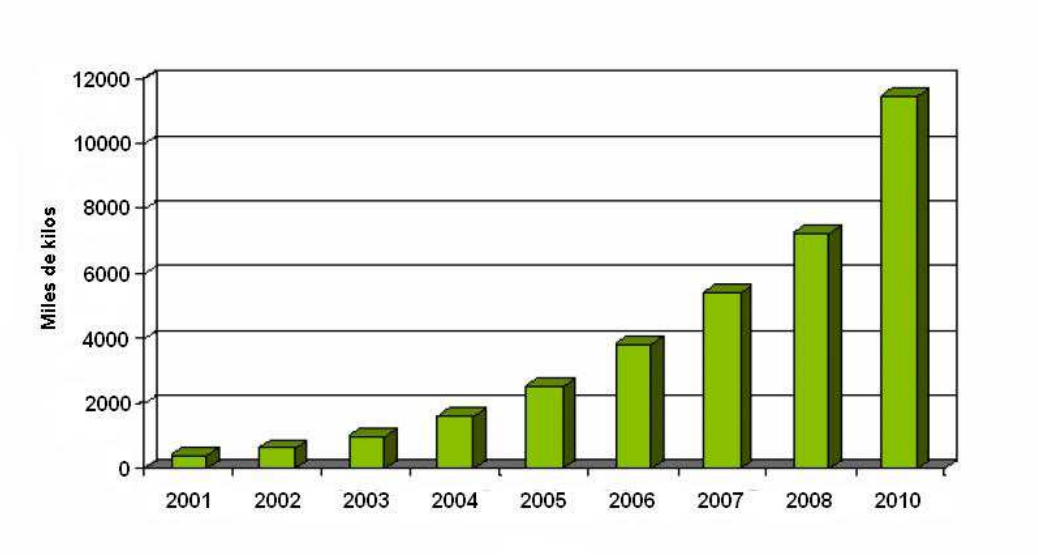

Figura 2: Evolución y expectativa de crecimiento de arándano en Argentina [Fiszman, 2006].

La producción en el mundo puede ser clasificada según la ubicación geográfica de las zonas productivas, dado que las mismas presentan, en gran medida, una complementación temporal de sus respectivos mercados de consumo. En tal sentido, se consideran el Hemisferio Norte (HN) y el Hemisferio Sur (HS), debido a que la producción del primero cubre el período de mayo a octubre, mientras que el segundo lo hace en contraestación del anterior entre los meses de octubre a abril. El Cuadro 3 ilustra sobre esta situación, mostrando la condición temporal de las producciones de los principales países del HS, abastecedores en contraestación de los mayores mercados del HN [Fiszman, 2006].

Cuadro 3: Distribución geográfica y temporal de producción mundial en el HN y HS [Fiszman, 2006].

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Argentina												
Chile												
Nueva Zelanda												
Uruguay y Brasil												
Estados Unidos y Canadá												

La Argentina tiene la ventaja de ser el único abastecedor de arándanos tempranos, ingresando al mercado antes que Chile (segunda quincena de septiembre), y además posee una amplia diversidad de climas para producir en distintos períodos en contraestación [SAGPyA, 2009].

Según estadísticas de la FAO [2006], Estados Unidos es el principal productor de arándanos del mundo junto a Canadá, ambos del HN, sumando más del

80% de la producción mundial. Este crecimiento se debe en gran medida a que estos países con altos ingresos, están volcando su demanda hacia productos diferenciados y de gran calidad, a lo que debe adicionarse la difusión de los beneficios para la salud que generaría el consumo de arándanos [Dansa, 2008].

En el HS, los principales países productores, en orden de importancia, son: Chile, Argentina, Nueva Zelanda, Australia y Sudáfrica. En Europa Occidental, donde prevalece el arándano cultivado, los países productores, siguiendo el mismo criterio de ordenamiento anterior, son: Alemania, España, Holanda y Bélgica, Francia e Italia, los cuales en conjunto producen alrededor de 20.000 ton/año (Cuadro 1) [FAO, 2007].

Gracias al creciente interés que hay por esta fruta, el cultivo se está expandiendo, aunque a un ritmo inferior al de otras regiones del mundo. En Europa Oriental, la mayor parte de los arándanos crece en forma silvestre (Rusia, Ucrania, Países Bálticos). En este grupo se destaca Polonia, principal país productor de Europa [Dansa, 2008].

El arándano se obtiene de producciones cultivadas y silvestres, siendo estas de una magnitud errática debido a la variabilidad de los climas, en tanto que las cultivadas presentan un nivel de producción más estable como consecuencia del manejo técnico a que están sujetas, tales como el riego, poda, fertilización, control de enfermedades, entre otras, las cuales permiten al mismo tiempo obtener mejores rendimientos y frutos de mejor calidad, que los hacen preferibles para su consumo en fresco [Dansa, 2008].

En la Figura 3, se muestra la producción global de arándano fresco para el período 1994/04, en la cual pueden observarse como datos destacables, que la mayor parte de la producción se encuentra en el HN y que en 2004 la producción conjunta de Estados Unidos y Canadá, que suma 200.000 toneladas, representa un 89% de la producción mundial, la cual asciende a 225.000 toneladas y que en 10 años casi se duplicó [FAO, 2006].

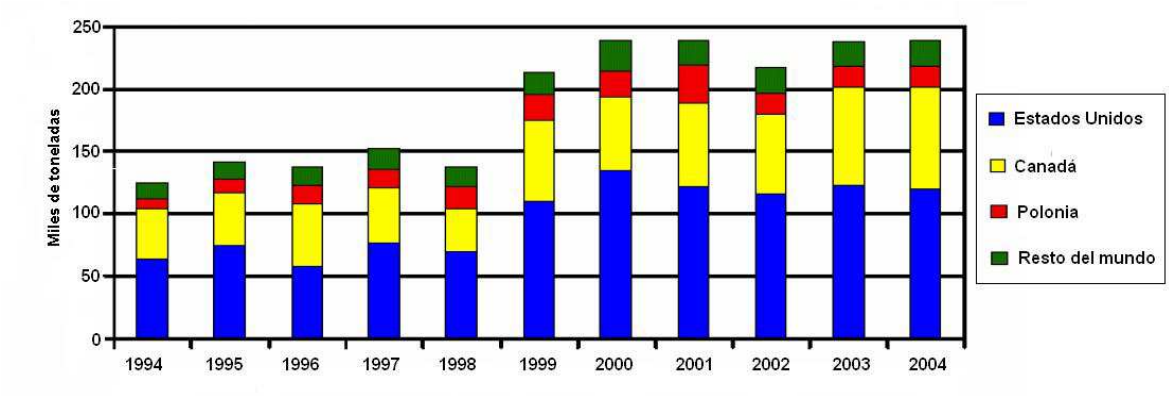

Figura 3: Producción mundial de arándano fresco. Período 1994/04 [FAO, 2006].

Cabe señalar además que la producción de Polonia, si bien es importante, presenta grandes variaciones anuales por ser de origen silvestre y que el resto del mundo se refiere a Europa y al HS. También resulta de interés destacar, que la producción de Canadá, a diferencia de Estados Unidos, es mayoritariamente silvestre y que es el principal proveedor de arándano congelado en el mundo [FAO, 2006].

La participación porcentual de los tres principales productores de arándano en el mundo corresponde a Estados Unidos, Canadá y Polonia (Figura 4).

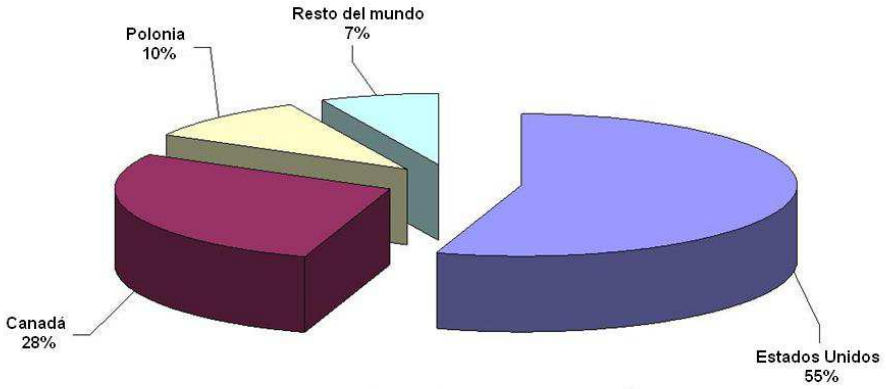

Figura 4: Principales productores de arándanos del mundo [FAO, 2006].

2.2.4. Comercialización

La plantación comercial de arándanos en la Argentina, se inició en los años 90 por los buenos precios del mercado de exportación. El volumen exportado ha aumentado de 60 toneladas en 1998 a 3096 en la temporada de cosecha 2005/06 [Giossa, 2009]. Durante 2008, las exportaciones de arándanos certificados por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) fueron de 12.203 toneladas y 74.796.000 U$S, mostrando un

incremento del 37% en volumen respecto de 2007 y del 12% en divisas. Los principales destinos fueron Estados Unidos, con envíos de 7597 toneladas y 46.384.000 U$S; Gran Bretaña 1961 toneladas y 13.203.000 U$S; Holanda 918 toneladas y 5.903.000 U$S y Canadá 544 toneladas y 2.885.000 U$S [Giossa, 2009].

Si bien los precios promedio de estas exportaciones oscilaron en torno a los 6 a 15 U$S/kg, existen semanas del período de contraestación en las cuales pueden obtenerse valores más redituables, a los cuales tiene posibilidad de acceder la Argentina, por ser el único abastecedor mundial de arándano temprano, ingresando al mercado antes que Chile (Cuadro 3). Además, posee una amplia diversidad de climas para producir en distintos períodos de contraestación [SAGPyA, 2009].

Fiszman y Vilella [2003] han realizado un estudio pormenorizado sobre los precios de arándanos en el mercado estadounidense, donde se destacan las oportunidades en que son factibles de alcanzar los mejores precios, como así también los estados o regiones en que ello ocurre. Al respecto, entre los meses de junio y octubre (meses de mayor producción norteamericana) los precios son mínimos en relación al resto del año, mientras que entre octubre y junio la producción es mínima o nula y por ende aumentan los precios al bajar la oferta.

Los productores del HS, que abastecen en contraestación a los países del HN, como ya fue dicho, incrementan año a año sus envíos con cultivos en plena expansión. En la campaña 2006/07, las exportaciones del HS rondaron las 30.000 toneladas, superando en un 60% los valores de la temporada anterior. El principal proveedor fue Chile con 21.100 toneladas, representando el 70% del comercio de arándano austral. Segundo en importancia fue la Argentina, que envió en el mismo período 6800 toneladas; Nueva Zelanda y Sudáfrica enviaron cerca de 1000 toneladas y Uruguay alrededor de 100 toneladas. La exportación global desde el HS alcanzó más de 40.000 toneladas en la temporada subsiguiente, representando un 25% de aumento con respecto a la campaña 2006/07 [Dansa, 2008].

En la campaña 2007/08, un 5% del total exportado se envió por barco. Cerca del 50% tuvo como destino el continente Europeo, 35% se destinó a Norteamérica y 15% fue al Reino Unido. Últimamente, los exportadores

argentinos, prefieren incrementar dicha vía de transporte debido fundamentalmente a que [Dansa, 2008]:

- La crisis financiera incrementó los costos del transporte aéreo.
- Logísticamente es muy complicado enviar un gran volumen por vía aérea y además, satura la capacidad de los aeropuertos.
- En la medida que aumenta la oferta de arándano, bajan los precios pagados en destino, por lo cual hay que reducir los costos para mantener la rentabilidad.

En contraposición a lo anterior, para las exportaciones a Estados Unidos, las exigencias impuestas por este país (fumigación y temperatura de conservación) complican el transporte por barco [Dansa, 2008]. La Argentina debe cumplir con el requisito de fumigación de la fruta con bromuro de metilo, antes de su ingreso a Estados Unidos, debido a la presencia de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*), considerada plaga cuarentenaria en dicho país [León, 2001].

En el Cuadro 4, se indican las exportaciones argentinas en la campaña

Cuadro 4: Exportaciones Argentinas de arándano como embarques semanales. Campaña 2005/06 [Enriquez, 2005].

	SEMANA DE EMBARQUE	NORTEAMÉRICA	EUROPA	ASIA	TOTAL	%SEMANAL	MES
Sep	36	0	1049	0	1049	0,0%	31871
	37	2	4380	1080	5462	0,2%	
	38	2376	7584	0	9960	0,4%	**1,2%**
	39	4214	9207	1980	15401	0,6%	
Oct	40	12474	7428	4410	24312	0,9%	267231
	41	25299	13763	2745	41807	1,5%	
	42	40017	35016	4973	80006	2,9%	**9,8%**
	43	80909	34304	5895	121108	4,5%	
Nov	44	142854	49341	5760	197955	7,3%	
	45	294860	85671	8618	389149	14,3%	**1535720**
	46	321752	100737	5490	**427979**	**15,8%**	
	47	228600	106422	4388	339410	12,5%	**56,6%**
	48	218937	142172	1350	362459	13,4%	
Dic	49	126335	138168	0	264503	9,7%	762599
	50	122504	57431	0	179935	6,6%	
	51	54570	41739	0	96309	3,5%	**28,8%**
	52	29187	31437	0	60624	2,2%	
Ene	1	0	31098	5	31103	1,1%	88221
	2	8298	40080	0	48378	1,8%	
	3	143	4848	0	4991	0,2%	**3,3%**
	4	0	3750	0	3750	0,1%	
Feb	5	143	4848	0	4991	0,2%	8741
	6	0	3750	0	3750	0,1%	**0,3%**

2005/06, expresadas en embarques semanales, lo que permite apreciar la capacidad del país de producir tempranamente y en distintos períodos de contrastación. Además, se observa que Estados Unidos es el principal mercado con 1714 toneladas, equivalente al 63%.

En el Cuadro 5, se muestra la evolución de las exportaciones argentinas expresadas en dólares, por país de destino, durante el período 1999/05, de cuyo análisis surge que Estados Unidos es el principal mercado, seguido por el Reino Unido y los Países Bajos, aunque también Canadá, Francia e Italia resultan mercados interesantes.

Cuadro 5: Exportaciones Argentinas de arándano en dólares. Campaña 1999/05 [Enriquez, 2005].

PAÍSES	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Estados Unidos	1250318	1604865	3027110	4326314	4523336	10464228	18814368
Reino Unido	91675	14491	368632	525561	909614	2162718	5206998
Holanda	80639	58945	116572	165382	796690	1377527	2095482
Francia	11704	60406	75698	231942	276167	617431	607785
Italia	34708	117218	24437	309753	85964	306168	497105
Japón	0	0	20	3414	38140	341120	522226
España	11952	20392	63555	164334	115598	246947	200412
Alemania	7492	3111	68505	64547	58789	411514	123081
Canadá	22520	0	24819	3281	157270	287523	207583
Suiza	1320	9380	23104	12216	39503	10125	8393
Hong Kong	0	0	0	0	0	0	21290
Irlanda	0	0	0	0	24970	0	0
Benelux	0	14400	0	0	0	0	0
Brasil	0	0	0	0	0	0	5443
Islandia	0	0	0	0	0	0	5250
Costa Rica	0	0	0	0	0	4884	0
Bélgica	0	0	2266	0	0	0	0
TOTAL	**1512328**	**1903208**	**3794718**	**5806744**	**7026041**	**16230185**	**28315416**

La participación porcentual de los distintos países importadores sobre las exportaciones argentinas para el año 2007, concuerda con los valores de los Cuadros 4 y 5 para períodos anteriores, conforme puede observarse en la Figura 5.

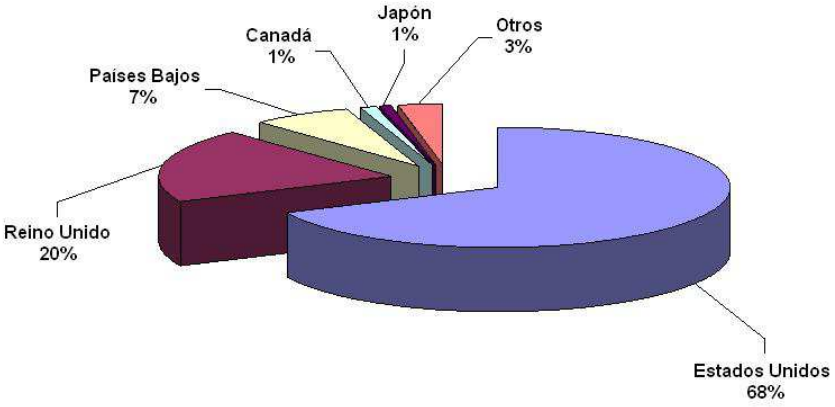

Figura 5: Principales destinos de las exportaciones argentinas de arándanos. Año 2007 [SAGPyA, 2009].

La Argentina exporta el 95% de su producción, destinándose al mercado interno alrededor de un 2% como fruta fresca y otro 3% como fruta congelada a la industria local, para la elaboración de confituras, helados, jugos concentrados, pasas, lácteos, canal gastronómico, entre otras. La comercialización del arándano fresco tiene características semejantes a las de otros productos frutihortícolas frescos, destinados a mercados internacionales. Al ser un producto perecedero, se comercializa sobre la base de la consignación, esto es, vender el producto en destino al precio que impere en el mercado al momento de la venta. Una segunda opción, es vender a un precio preestablecido según las expectativas del mercado que tenga el importador para fijarlo y otra es venderlo al exportador local [Dansa, 2008].

2.2.5. Características particulares de la campaña 2009/10

2.2.5.1. Escenario del Hemisferio Sur

La campaña 2009/10 se mostró nuevamente complicada, pero los motivos fueron diferentes a los de la campaña previa. En el 2008/09 los mercados se mostraron complicados, esta vez fue el clima el que resultó adverso. El invierno y la primavera fría retrasaron la maduración de la fruta, especialmente en las regiones más precoces. Durante las primeras semanas de la campaña había muy pocos arándanos maduros y los mercados se encontraban desabastecidos. Por este motivo, los precios ofrecidos fueron muy elevados. En noviembre se normalizó el ritmo de recolección y de exportación, tanto en Argentina como Uruguay. Pero en ese mes el clima se presentó muy inestable. Las constantes lluvias y los fuertes vientos provocaron grandes pérdidas de

frutos, e impidieron realizar la cosecha en el momento oportuno. Mucha fruta no pudo ser recolectada. Esto llevó a que el pico de embarque de noviembre fuera menos pronunciado de lo esperable. Los envíos fueron inferiores a lo pronosticado y esto ayudó a mantener los mercados favorables [Tradinter, 2010].

En diciembre, nuevamente se produjo un desabastecimiento. Esto se debió a la finalización anticipada de Argentina y Uruguay y al retraso que se registró en Chile. Al igual que en los países vecinos, los arándanos chilenos tardaron en madurar, retrasando 3 a 4 semanas los envíos de fruta. La falta de arándanos en diciembre, coincidió con un momento de gran demanda de fruta, que se da normalmente previo a las fiestas de fin de año. Chile recién normalizó sus envíos hacia fines de enero, dándose el pico de embarques en febrero. Chile y Argentina lograron incrementar sus exportaciones, pero debido a las pérdidas de producción, el incremento fue menor a lo esperado. Chile exportó un 20% más que en la campaña anterior, alcanzando casi las 50.000 toneladas. Argentina incrementó sus envíos en un 7%, exportando algo más de 12.000 toneladas. Solo Uruguay registró un retroceso, enviando solo 1.200 toneladas, un 38% menos que en la campaña anterior (Figura 6) [Tradinter, 2010].

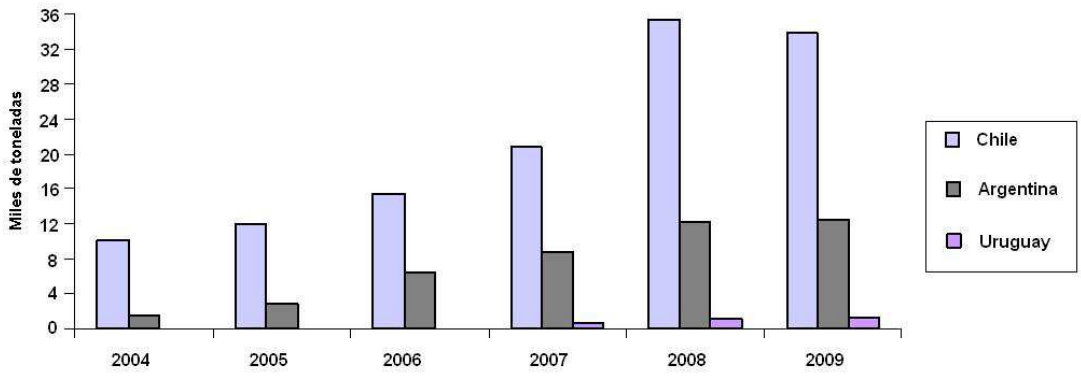

Figura 6: Evolución de las exportaciones en el Hemisferio Sur [Tradinter, 2010].

Todos los mercados incrementaron sus compras entre un 15 y 20%. Estados Unidos sigue siendo por lejos el principal comprador y consumidor. También en esta campaña mantuvo su liderazgo. En segundo lugar sigue Gran Bretaña y los restantes países europeos. En tercer lugar está adquiriendo importancia el Lejano Oriente, incrementando fuertemente los volúmenes comprados (más de 30%) y extendiendo la temporada [Tradinter, 2010].

2.2.5.2. Contexto Argentino

La temporada se mostró complicada y no se alcanzaron los volúmenes exportados pronosticados. Por segundo año consecutivo, la producción de arándanos no pudo mostrar todo su potencial productivo y exportador [Tradinter, 2010].

Durante la campaña 2008/09, el problema principal fueron los mercados, los cuales no respondieron de la forma esperada. En cambio, durante la campaña 2009/10, el clima se mostró adverso, afectando a todas las regiones productoras. En Tucumán, las heladas y una primavera fresca redujeron la producción y retrasaron marcadamente la maduración de la fruta, lo que no permitió aprovechar la buena situación que se dio en las primeras semanas de la campaña en los mercados externos [Tradinter, 2010].

Luego, un golpe de calor a fines de octubre, determinó un abrupto final de la campaña en las provincias del norte. En Entre Ríos y Buenos Aires, el clima se mostró aún más adverso que en Tucumán. En este caso las constantes lluvias interrumpieron la cosecha. La fruta cayó y sufrió golpes por la lluvia y el viento, se incrementaron los problemas fitosanitarios y los caminos se tornaron intransitables. Ningún campo logró recolectar el 100% de la fruta, y en muchos casos, sólo se logró cosechar el 30% de la producción. A la menor cosecha se sumaron los problemas de calidad [Tradinter, 2010].

Debido al retraso en la maduración, la campaña se inició 2 a 4 semanas más tarde. En octubre, los envíos se mantuvieron bajos, inferiores a los de 2009. La cosecha se concentró en el mes de noviembre, al superponerse la recolección de las diferentes regiones productoras. Durante ese mes se produjo el pico de envíos (7.550 toneladas) (Figura 7). Normalmente, noviembre es el mes de mayores exportaciones, pero para la campaña 2009/10 la misma se concentró aún más que en campañas anteriores, exportándose más del 60% en un solo mes. En diciembre los envíos cayeron marcadamente y la temporada finalizó anticipadamente como consecuencia de los daños causados por las lluvias [Tradinter, 2010].

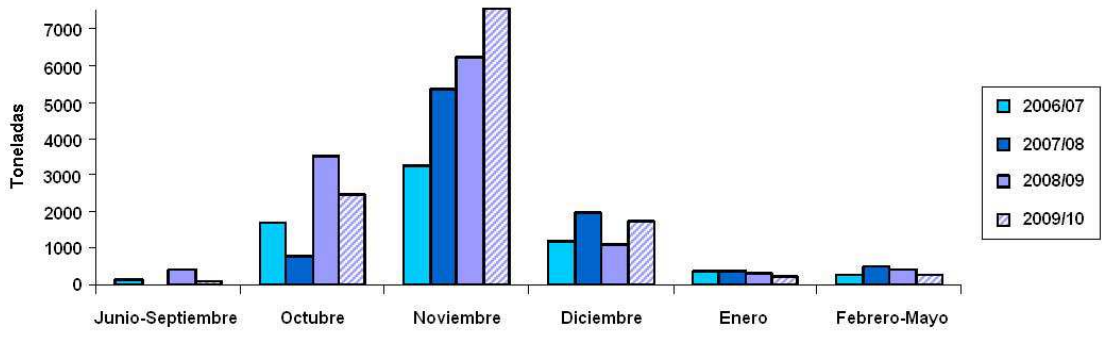

Figura 7: Evolución mensual de las exportaciones Argentinas [Tradinter, 2010].

El total exportado se ubicó en las 12.330 toneladas, 7% más que en el período 2008/09. Norteamérica siguió siendo el principal destino y este año hasta ganó en importancia. El 71% de los envíos se destinaron a esta región y a Norteamérica le correspondió un 15% más que el año pasado. Los envíos a Gran Bretaña también se incrementaron un 15% con respecto a la campaña 2008/09, correspondiéndole un 18% en la campaña 2009/10. Por el contrario, cayó la importancia de Europa Continental, que recibió bastante menos que en el período anterior (-25%). Asia sigue siendo un destino secundario, pero fue el que mayor incremento registró (56%) (Cuadros 6 y 7, Figura 8) [Tradinter, 2010].

Cuadro 6: Exportación de arándano por destino [Tradinter, 2010].

DESTINO	TONELADAS	MILES U$S	U$S/KG
Estados Unidos	8170	54564	6,7
Gran Bretaña	2257	15035	6,7
Holanda	587	4290	7
Canadá	613	3868	6
España	81	607	7,5
Francia	94	904	10
Japón	45	378	8
Hong Kong	40	320	8
Irlanda	8	63	8
Alemania	193	1166	6
Italia	69	548	7,9
Bélgica	64	92	1
Singapur	35	253	7,2
China	88	109	1,2
Malasia	4	28	7
Uruguay	0	1	4
Otros	14	22	1,6
TOTAL	**12362**	**82248**	**6,7**

Cuadro 7: Comparación de la campaña 2008/09 versus 2009/10 en cuanto a exportación de arándano [Tradinter, 2010].

REGIÓN	2008/09	2009/10	DIFERENCIA (%)
Estados Unidos	7200	8170	13%
Canadá	433	613	42%
TOTAL NORTEAMÉRICA	**7633**	**8783**	15%
Gran Bretaña	1967	2265	15%
Resto Europa	1443	1088	-25%
TOTAL EUROPA	**3410**	**3353**	-2%
Lejano Oriente	136	212	56%
Latinoamérica	392	0	
Otros	0	14	
TOTAL	**11571**	**12362**	**7%**

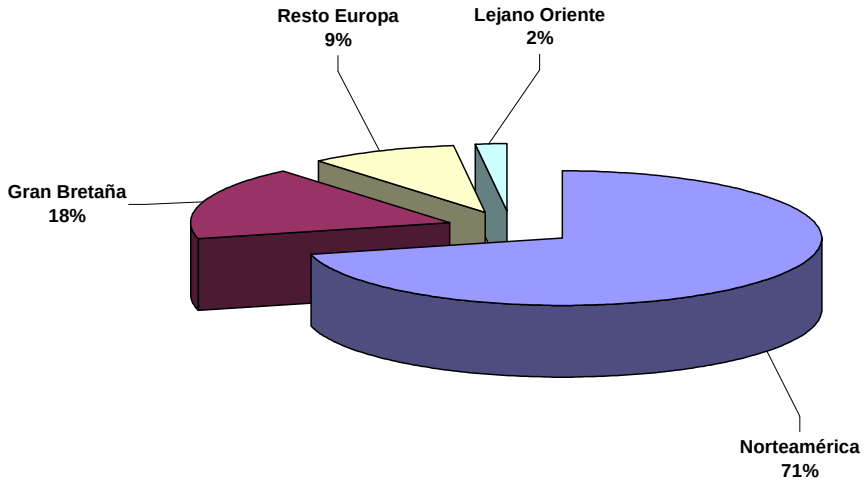

Figura 8: Importancia de las exportaciones por destino [Tradinter, 2010].

Entre Ríos se mantiene como el principal origen de las exportaciones. Sin embargo, cayó su participación de 42% en 2008 a 36% en 2009. Tucumán fue la que registró el mayor crecimiento, exportando en 2009 casi el mismo volumen que Entre Ríos. Su participación en las exportaciones argentinas aumentó marcadamente de 20% en 2008 a 35% en 2009. Buenos Aires sigue siendo la tercera provincia, pero su importancia cayó de 18% en 2008 al 14% en 2009 (Figura 9) [Tradinter, 2010].

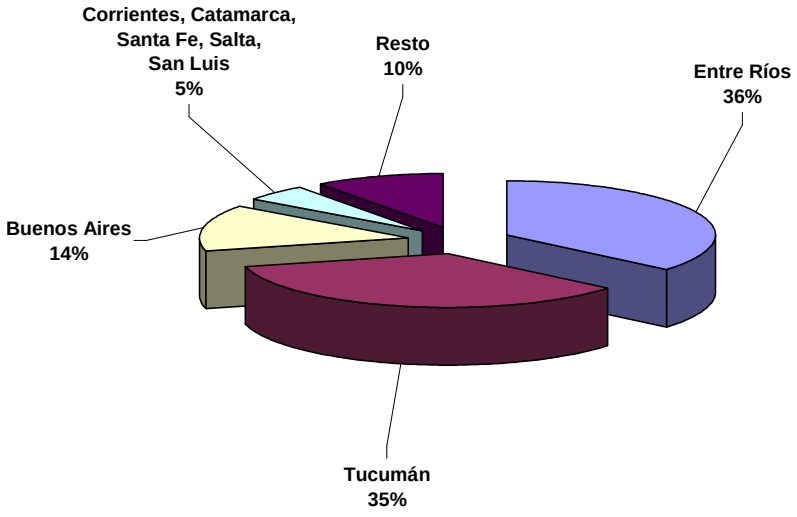

Figura 9: Importancia de los destinos de las exportaciones argentinas de arándanos [Tradinter, 2010].

2.3. Enfermedades más frecuentes del arándano

2.3.1. Introducción

La identificación de microorganismos asociados a enfermedades de arándanos, se realiza en la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) desde 1995 y en el Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA), perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Castelar desde 2001 [Wright *et al*., 2005].

Las enfermedades citadas en el país incluyen: atizonamiento de hojas (*Alternaria tenuissima*, *Bipolaris sp*, *Curvularia sp*, *Pestalotiopsis guepini*, *Glomerella cingutata, Nigrospora sacchari* y *Cylindrocladium sp*); muerte de esquejes y tallos (*Fusarium sp*); manchas en hojas y tallos (*Alternaria tenuissima*); antracnosis (*Colletotrichum gloesoporoides*); podredumbre de raíz (*Fusarium solani*) y/o corona (*Phytophthora sp*); atizonamiento (*Phomopsis sp*); marchitamiento (*Phytophtora sp*) y atizonamiento de tallos (*Fusarium sp, Pucciniastrum vacinii, Neofusicoccum parvum*) [Wright y Cotta, 1996; Cheheid *et al*., 1997; Rodríguez Codazzi *et al*., 1997; Dal Bello y Perelló, 1998; Wright *et al*., 1998; Wright *et al*., 2003-a; Wright *et al*., 2005; Pérez *et al*., 2005; Folgado *et al*., 2006; Vásquez *et al*., 2006; Sisterna *et al*., 2007; Wright *et al*., 2007; Rivera *et al*., 2009; Wright *et al*., 2010] y particularmente en Salta y Tucumán

Rhizoctonia sp, *Fusarium moniliforme* var *subglutinans*, *Phytophthora cinnamomi*, *Alternaria tenuissima*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Pestalotiopsis guepini*, *Gloeocercospora inconspicua*, *Pucciniastrum vaccinii*, *Botryodiplodia theobromae*, *Botrytis cinerea*, *Phomopsis vaccinii*, *Penicillium digitatum*, *Botryosphaeria dothidea* y *Guignardia vaccinii* [Hongn *et al*., 2003; 2004; 2005].

Las enfermedades de poscosecha y los deterioros que originan, afectan la comercialización, cuyo éxito radica en la percepción de la calidad asociada a la apariencia, firmeza, frescura y sanidad de los frutos [Wright *et al*., 2010]. En 2002, se informó de aproximadamente 20% de descarte poscosecha en cultivos de la provincia de Buenos Aires [Wright *et al*., 2010]. Se identificó a *Alternaria tenuissima* y *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos con reblandecimiento [Wright *et al*., 2003-b; 2004]. La cosecha en condiciones de alta humedad ambiental (rocío, lluvia), aumenta la posibilidad de infección de los frutos por microorganismos poscosecha y en condiciones de alta humedad y temperatura, el deterioro de los mismos puede observarse en menos de 12 horas [Wright *et al*., 2010]. Entre los principales patógenos poscosecha, presentes en otros países, además de los mencionados precedentemente, se encuentran *Phomopsis vacinii*, *Phyllosticta vacinii*, *Colletotrichum acutatum*, *Monilinia vacinii-corymbosi*, *Botrytis cinerea* y *Botryosphaeria dothidea* [Cline, 1997]. A partir de muestras de mercado, Lambert [1990] aisló *Botrytis cinerea* (3,7%), *Glomerella angulata* (3%), *Gloesporium minus* (2,5%), *Alternaria sp* (1%) y *Penicillium sp* (8%).

2.3.2. Enfermedades en localidades de Buenos Aires, Entre Ríos y Córdoba. Sus patógenos causantes. Período 2003/05

Durante el período 2003/05, se intensificaron los muestreos sanitarios en viveros y plantaciones comerciales de Buenos Aires, Entre Ríos y Córdoba. En los análisis de laboratorio se utilizaron técnicas fitopatológicas de rutina. Las cámaras húmedas se prepararon en bandejas plásticas con trozos de tejido enfermo, correspondientes a la zona de avance de la enfermedad, previa desinfección con alcohol al 70% e hipoclorito de sodio al 2%, lavados con agua destilada estéril. Las muestras fueron incubadas bajo 12 horas de luz cercana al ultravioleta y 20 a 22ºC de temperatura hasta aparición de síntomas. El micelio y/o fructificaciones desarrollados, fueron cultivados en placas de Petri con agar papa glucosado al 2%, pH 7. Adicionalmente, se sembraron en agar

papa glucosado pequeños trozos de tejido enfermo desinfectado. Los cultivos puros obtenidos fueron utilizados en las observaciones microscópicas. Las características morfológicas de los cultivos, estructuras vegetativas y reproductivas fueron utilizadas para las identificaciones fungales utilizando la bibliografía disponible [Wright *et al*., 2005].

Microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido y de transmisión, disponibles en el INTA de Castelar, fueron utilizadas en las observaciones de uredosporas del hongo causante de roya en hojas y células bacterianas aisladas de tumores en raíces y base de tallos [Wright *et al*., 2005].

2.3.2.1. Micosis

Alternaria tenuissima, microorganismo de mayor incidencia y prevalencia en todas las localidades y épocas del año, estuvo asociado a manchas foliares marrones, caracterizadas por halo metaplásico y puntuaciones rojas, plateadas bajo lupa, ápices foliares necrosados, arrepollamiento, puntuaciones negras, bordes foliares necrosados y podredumbre de frutos. En tallos, se aisló de cancros, manchas rojizas y atizonamiento desde el ápice (dieback) [Wright *et al*., 2005].

Pestalotiopsis guepinii, fue aislado de muestras de Buenos Aires (General Belgrano, La Plata, Los Cardales, Pilar, San Antonio de Areco, Tandil, Zárate) y Entre Ríos (Federación) con manchas foliares y cancros en tallos [Wright *et al*., 2005].

Pucciniastrum vaccinii, causante de roya [Dal Bello y Perelló, 1998], se presentó como manchas foliares cloróticas a necróticas en la cara superior, en correspondencia con pústulas amarillas (uredosoros con uredosporas) en la cara inferior de las hojas. La severidad de la enfermedad varió con el manejo del cultivo y región. Bajos niveles fueron observados en plantaciones tratadas con fungicidas (Arrecifes, Los Cardales, Mercedes, Pilar, San Pedro, Zárate, Capilla del Monte, La Punilla, Traslasierra) y con altos niveles en Gualeguaychú (Entre Ríos) y Lima (Buenos Aires). También fue observada en frutos [Wright *et al*., 2005].

Fusarium sp, se aisló de Baradero, La Plata, Lima, Mercedes, Pilar, Zárate y Concordia. Es un microorganismo del suelo asociado a crecimiento reducido, escaso desarrollo de raíces, marchitamiento y muerte de plantas. La

patogenicidad de *Fusarium solani* fue evaluada en plantines “Sharp Blue” y “Georgia Gem” con resultados positivos. *Phytophthora sp*, se aisló de raíces de plantas con amarillamiento de hojas, necrosis de raíces y escaso crecimiento, provenientes de Mercedes, Pilar y Concordia. Atizonamiento de tallos, dieback y decoloración de la médula, fue asociada a *Phomopsis vaccinii*, en muestras de Mercedes, Tandil, Gualeguaychú y Federación. *Colletotrichum gloeosporioides*, fue aislado de San Pedro y Zárate, *Curvularia sp* de San Antonio de Areco, *Pythium sp* de Pilar, *Phoma sp* de Capilla del Monte, *Rhizoctonia sp* de Pilar y Arroyo de la Cruz y *Stemphyllium sp* de San Antonio de Areco y Capilla del Monte. En Arrecifes y Mercedes se aisló un Ascomycete, aún no identificado, de puntuaciones negras en hojas y tallos. También fueron aislados *Humicola grisea* y *Sclerotium bataticola*, no citados en la bibliografía internacional [Farr *et al*., 1989; Caruso y Ramsdell, 1995]. El primero asociado a dieback y manchas grises con halo metaplásico rojo en tallos. El segundo en tallo inferior interno. Ambos hongos fueron aislados de Mercedes, La Plata, Baradero y San Pedro [Wright *et al*., 2005].

Sclerotinia sclerotiorum fue obtenido de plantas con podredumbre de la base del tallo. *Trichoderma sp* fue aislado de raíces y suelo; es un hongo benéfico utilizado para control biológico de patógenos del suelo y aéreos [Wright, 2004]. En La Plata, La Punilla y Gualeguaychú se aisló *Botrytis cinerea* de tallos y flores. Las ramas se tornaron marrones y luego gris-tostado con presencia de esclerocios negros [Caruso y Ramsdell, 1995]. Las pruebas de patogenicidad fueron positivas.

2.3.2.2. Bacteriosis

Aislamientos bacterianos se obtuvieron de tumores en raíces y base de tallos procedentes de Buenos Aires (Arrecifes, La Plata, General Belgrano, Pilar, Tandil) y Entre Ríos (Concordia, Gualeguaychú). Las variedades “O’ Neal” y “Reveille” fueron las más afectadas, además de las variedades “Blue Crisp”, “Elliot” y “Ozark Blue”. Los síntomas son compatibles con los causados por *Agrobacterium tumefaciens*. La presencia de agallas de corona en plantaciones jóvenes de arándano, sugiere la necesidad de implementar prácticas para reducir la incidencia de la enfermedad [Wright *et al*., 2005].

2.3.3. Enfermedades en localidades de Buenos Aires y Entre Ríos. Distribución e incremento de patógenos. Período 2007/08

Durante el período 2007/08, se muestrearon (en 2 a 5 oportunidades) viveros y fincas comerciales de arándano en Buenos Aires (Bragado, Chascomús, Colonia Urquiza, Exaltación de la Cruz, Lima, Mercedes, San Pedro) y Entre Ríos (Concordia, Gualeguaychú). El material vegetal y/o suelo fue conservado a 5ºC hasta su procesamiento en laboratorio. La incubación en placas con agar papa glucosado 2%, agar zanahoria 5%, etc, de porciones de tejido enfermo, de más de 556 muestras, previamente desinfectado, fue efectuada a 20ºC y 12 horas de luz. Los cultivos fungales fueron estudiados con lupa y microscopio óptico utilizando la bibliografía disponible. Uredosporas del hongo causante de roya fueron colectadas de pústulas presentes en hojas infectadas de cultivares susceptibles (a campo e invernáculo) utilizando una bomba de vacío. La severidad de la roya a campo (planta adulta) fue registrada utilizando una escala de 0 a 100% y respuesta según tipo de pústula: resistente (R), moderadamente resistente (MR), moderadamente susceptible (MS) y susceptible (S), obteniéndose una lectura combinada (ej. 50 MS = 50% de severidad con respuesta moderadamente susceptible). Para plantines jóvenes de invernáculo se utilizó una escala de 0 a 4 considerando tipo de reacción (R, MR, MS, S). Las esporas de roya, como de otros hongos, se conservaron a 5ºC y a -20ºC en glicerol 20% en la Colección de Microorganismos (FAUBA e IMYZA). La prueba de patogenicidad se realizó en plantas proporcionadas por el Laboratorio de Macropropagación Vegetativa de FAUBA, siguiendo los protocolos descriptos para cada microorganismo [Wright *et al*., 2008].

Pústulas del hongo causal de roya (*Pucciniastrum vaccinii*) fueron observadas en plantas adultas a campo en todas las localidades (38 muestras) alcanzando el pico de severidad en diciembre. En San Pedro, la enfermedad se manifestó (diciembre de 2007) como manchas oscuras en la cara superior de las hojas en correspondencia a pústulas amarillas en la cara inferior, con abundante esporulación en cultivares “Sharp Blue” (40 MS-S, 40% de severidad con respuesta moderadamente susceptible a susceptible). En Bragado, para la misma época, la enfermedad se manifestó en los cultivares “Blue Crisp”, “O´ Neal”, “Misty”, “Blue Cuinex” y “Star”, con variable severidad y respuesta. En monitoreos posteriores (febrero-abril de 2008), la roya no fue evidente en plantas adultas a campo. Sin embargo, un severo ataque fue observado (marzo-abril de 2008) en plantines de vivero. El tipo de infección varió con el

cultivar. “Sharp Blue” mostró manchas oscuras en la cara superior en correspondencia a pústulas en la inferior (tipo de infección MS). “O´Neal” mostró halo clorótico y pústulas de tamaño pequeño con escasa esporulación en ambas caras de la lámina foliar. Esto indicaría que habría variabilidad en la interacción hongo/hospedante, según el estado de crecimiento (joven versus adulta). En cultivares más susceptibles, pústulas grandes y abundante esporulación, infectados naturalmente por uredosporas dispersas por el viento, terminaron con defoliación total. La pérdida total de hojas no fue observada en los cultivares más resistentes [Wright *et al*., 2008].

En diciembre de 2007, la sequía parcial o total de plantas (hongos varios) fue observada en Chascomús (“Brigitta”), Concordia (“Misty”), Colonia Yerúa (“Misty”), San Pedro (“O´Neal”). La enfermedad comienza con pudrición de raíz y corona, en algunos casos se extiende por el tallo, el borde de las hojas se seca y termina con la defoliación total de ramas y muerte de la planta. Además, esta patología está asociada a características de suelo y prácticas (tiempo, caudal y frecuencia de riego) inadecuadas para el cultivo [Wright *et al*., 2008].

Phomopsis sp se aisló, para todas las localidades, de 67 muestras con tizón del tallo (pardo-pardo a rojizo). Se obtuvieron aislamientos de cultivares arbustivos (“O´ Neal”, “Misty”, “Star”) y tipo rabbiteye (“Brightwell”, “Bluky Blue”). *Phomopsis sp* predominó en la zona de Colonia Urquiza. También se obtuvieron aislamientos de *Alternaria tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium sp*, *Pestalotiopsis*, *Rhizoctonia* [Wright *et al*., 2008].

Alternaria tenuissima se aisló en 243 oportunidades de manchas foliares circulares, necrosis del borde de las hojas, ápices foliares necrosados, arrepollamiento de hojas, puntuaciones negras, manchas circulares rojizas en tallos, cancros y tizón del tallo desde el ápice (dieback). Se obtuvieron aislamientos de los cultivares “O´ Neal”, “Misty”, “Emerald”, “Blue Cuinex”, “Jewel”, “Reveille”, “Milennia”, “Blue Crisp”, “Sharp Blue”, “Blue Chip”, “Flor da Blue”, “Brightwell”, “Blue Tay”, “Blue Gold”, “Blue Hight”, “Blue Ship”, “Becky Blue” y “Star” [Wright *et al*., 2008].

Botrytis cinerea se observó en todas las localidades (164 muestras) correspondientes a los cultivares “O´ Neal”, “Misty”, “Blue Cuinex”, “Jewel”, “Star”, “Emerald” y “Sharp Blue”, asociada a tizón de tallo y flor y pudrición de esquejes. *Fusarium sp* se aisló (18 muestras) de San Pedro, Exaltación de la

Cruz, Chascomús (Buenos Aires) y Concordia, Gualeguaychú (Entre Ríos), a partir de plantas con pudrición radicular ("O´ Neal", "Misty", "Emerald"). Para el caso de *Rhizoctonia sp,* se obtuvieron 15 muestras de esquejes en enraizamiento para los cultivares "O´ Neal" y "Misty" de Concordia, con escaso enraizamiento, manchas necróticas en la base del tallo y muerte [Wright *et al*., 2008].

Pestalotiopsis guepinii se aisló a partir de 6 muestras, con síntomas de manchas foliares y cancros en tallos. Se obtuvieron aislamientos en los cultivares "Misty" y "O´ Neal". Se observó una baja incidencia de agalla de raíz y corona en Chascomús (Brigitta) y Valle de Punilla en Córdoba ("Ozark Blue"). La incidencia y/o severidad de las diferentes patologías variaron con el suelo y manejo de las fincas [Wright *et al*., 2008].

Alternaria tenuissima, *Botrytis cinerea*, *Phomopsis sp*, *Fusarium sp*, *Pestalotiopsis guepinii* y *Pucciniastrum vaccinii*, ya habían sido identificados como patógenos en la zona en estudio*. Alternaria tenuissima* presenta una sintomatología variada y continúa siendo el microorganismo con mayor prevalencia en la zona [Wright *et al*., 2005], seguido por *Botrytis cinerea,* que también presenta una sintomatología variada [Wright *et al*., 2008].

2.3.4. Enfermedades de poscosecha en localidades de Buenos Aires y Entre Ríos. Su consecuente deterioro

Durante los muestreos efectuados en el período 2007/08, se colectaron frutos asintomáticos cosechados de diferentes cultivares en las localidades de Lima y San Pedro (Buenos Aires) y Concordia y Gualeguaychú (Entre Ríos). Los frutos fueron mantenidos a 5℃ durante 3 a 5 días y luego incubados en cámara húmeda durante 7 días a 20℃ y régimen de 12 horas de luz cercana al ultravioleta. Un total de 1240 frutos fueron analizados bajo lupa estereoscópica y microscopio óptico, identificando a la microflora presente por medio de claves sistemáticas y bibliografía disponible [Wright *et al*., 2010].

Un total de 63,06%, 11,12%, 5,48%, 4,03%, 1,53%, 0,007%, 0,006% y 0,002% de los frutos, presentó desarrollo de *Alternaria tenuísima, Botrytis cinerea* y de los géneros *Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, Trichoderma*, *Colletotrichum* y *Nigrospora*, respectivamente. La patogenicidad de *Alternaria tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides* y aislamientos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Rhizopus* sobre frutos de arándano, ya

fue probada anteriormente por Wright *et al*. [2003-b, 2004], Vásquez *et al.* [2007] e Insua *et al*. [2007].

El género *Alternaria* desarrolló un moho gris verdoso sobre los frutos afectados, siendo el microorganismo de mayor prevalencia e incidencia en Entre Ríos y Buenos Aires durante todo el año, asociado a manchas foliares pardas con pequeñas zonas puntiformes rojas y halo metaplásico, necrosis en ápices o bordes foliares, arrepollamiento foliar, pequeñas zonas puntiformes negras en tallos, atizonamiento de los mismos desde el ápice, cancros, manchas rojizas en tallos y podredumbre de frutos [Wright *et al*., 2005]. *Alternaria tenuissima* es un agente común de pudrición en poscosecha [Wharton y Schilder, 2003]. Las infecciones en los frutos ocurren cuando estos empiezan a madurar [Schilder *et al*., 2004]. Debido a su importancia como patógeno en frutos de precosecha, un aumento de la infección en hojas puede producir un daño considerable en frutos [Milholland, 1995]. *Botrytis cinerea* se manifestó como un moho gris sobre los frutos. La patogenicidad de este hongo en arándano ya fue comprobada en Argentina. Las flores afectadas se vuelven pardas a bronceadas con aspecto húmedo y no producen frutos (aborta todo el racimo). Cuando las hojas están en contacto con las flores enfermas desarrollan manchas cloróticas que se vuelven necróticas y de color pardo claro. Las jóvenes ramitas también son afectadas. La pudrición húmeda de los frutos puede observarse antes de la cosecha, pero más comúnmente en poscosecha [Vásquez *et al*., 2007]. Este patógeno ataca especialmente cuando se dan condiciones de alta humedad en floración y temperaturas entre 15 y 20ºC. El decaimiento poscosecha puede ser un serio problema [Bristow y Milholland, 1995], manifestándose especialmente en este estadio [Schilder *et al*., 2004]. Otros microorganismos pueden atacar frutos maduros y se observan rara vez a campo. Se pueden transmitir por el contacto entre frutos afectados y frutos sanos [Wharton y Schilder, 2003].

Colletotrichum gloeosporioides ha sido citado previamente como patógeno de poscosecha en arándano [Wright *et al*., 2003-b], produciendo además, manchas foliares y atizonamiento de tallos [Wright *et al*., 1998]. Pudo observarse también, que los frutos cosechados en apariencia sanos, portan inóculo de microorganismos patógenos que pueden manifestarse durante la refrigeración [Wright *et al*., 2010]. La conciencia acerca de la importancia del uso de prácticas adecuadas de manejo de los frutos en poscosecha es

relativamente reciente, y en buena medida se incrementó por la necesidad de afrontar los desafíos de un mercado globalizado [Wright *et al*., 2010]. La calidad de los frutos depende de la interacción entre numerosos factores de precosecha y las tecnologías utilizadas durante la poscosecha [Sozzi, 2007]. Varios procedimientos son recomendados para mantener la calidad de los frutos de arándano: implantación de cultivares con cicatriz seca (unión al pedicelo), pulverización con fungicidas en floración (Captan), cosecha de toda la fruta madura, utilización de envases y equipos limpios y desinfectados con lavandina al 10%, refrigerar los frutos a temperaturas de 2 a 5ºC [Cline, 1997].

2.3.5. Enfermedad de mayor prevalencia en arándano en Argentina. Características específicas

Por todo lo mencionado en apartados anteriores y sus consecuentes corroboraciones a campo, a lo largo del proyecto en el cual se inscribe este trabajo, no quedan dudas que la enfermedad de mayor prevalencia[4] e incidencia[5] presente en el cultivo de arándano, tanto a nivel de planta (tallos y hojas) como de fruto, es ocasionada por *Alternaria tenuísima* (hongo polífago) [Rivera *et al*., 2009]. Las afirmaciones anteriores coinciden con lo mencionado por Milholland y Jones [1972], quienes consideran a *Alternaria tenuissima* como el principal responsable de lesiones en hojas y pudrición de frutos en cultivos de arándano alto de Carolina del Norte.

Las enfermedades que el mismo produce, reciben el nombre de “Mancha, tizón y cancro en tallos”, “Mancha foliar” y “Pudrición de frutos en pre y poscosecha” [Rivera *et al*., 2009]. Los síntomas principales en hojas son manchas inicialmente puntiformes, circulares a irregulares, castaño claro con bordes rojizos de 1 a 5 mm de diámetro (Figura 10) [Rivera *et al*., 2009].

[4] Cantidad de unidades muestrales (campos, viveros, etc.) infectadas con un determinado patógeno referido al número total muestreado. Se expresa en porcentaje [Cátedra de Fitopatología, 2007].

[5] El número o la proporción de unidades (plantas, hojas, tallos, frutos) enfermas de una planta en relación al número total de unidades examinadas [Agrios, 2005].

Figura 10: Manchas foliares puntiformes [Rivera *et al*., 2009].

Dichas manchas se presentan dispersas en la lámina (Figura 11), o bien pueden originarse desde el ápice o bordes (Figura 12). Pueden también aparecer sobre ambas caras e incluso llegar a unirse entre sí. Cuando las lesiones abarcan gran parte de las hojas, éstas se secan, adquiriendo un color cobrizo generalizado. En las ramas aparecen manchas rojizas, que pueden transformarse en pequeños cancros. Finalmente, las ramitas se secan y mueren desde el ápice [Rivera *et al*., 2009].

Figura 11: Manchas foliares circulares, rojizas, distribuidas en la lámina foliar [Rivera *et al*., 2009].

Figura 12: Manchas foliares marginales [Rivera *et al*., 2009].

Las primeras infecciones ocurren en primavera, durante períodos lluviosos. La temperatura óptima para su desarrollo se encuentra entre 20 y 28ºC conjuntamente con alta humedad ambiental, fundamentalmente en primavera y otoño. Es una enfermedad prevalente en tejidos senescentes viejos, particularmente en plantas que sufren algún tipo de estrés [Rivera *et al*., 2009].

El hongo puede sobrevivir en órganos afectados y restos vegetales existentes en el suelo. La enfermedad se disemina por lluvia, viento y salpicaduras de agua de riego. Pueden presentarse varios ciclos de infección durante el ciclo del cultivo [Rivera *et al*., 2009].

Las medidas de control preventivo se basan en eliminar órganos afectados, disminuir la humedad foliar, mantener el cultivo bien fertilizado y regado para que no sufra ningún tipo de estrés. Cuando aparecen síntomas incipientes en hojas y/o tallos, aplicar productos en base a Clorotalonil, Captan, Azoxystrobin, Fluodioxinil, Zineb, *Bacillus subtilis* (control biológico) [Rivera *et al*., 2009].

El ataque en frutos, se caracteriza por infecciones que pueden ocurrir entre fin de floración (Figura 13) hasta poscosecha. Cuando los frutos comienzan a madurar, presentan un hundimiento y deshidratación cerca del cáliz (Figura 14), posteriormente crece un micelio verde negruzco en todo el fruto. Las bayas infectadas tienden a rajarse fácilmente. Puede ocasionar también, manchas oscuras, reblandecimiento y pudrición en todo el fruto [Rivera *et al*., 2009].

Figura 13: Síntomas en floración [Rivera *et al*., 2009].

Figura 14: Lesiones ubicadas cerca del cáliz [Rivera *et al*., 2009].

Si bien el patógeno puede ocasionar síntomas en pre y poscosecha, pueden existir infecciones latentes, que si bien no se detectan a campo, se desarrollan cuando la fruta está madura o en almacenamiento. Es característico de este patógeno, un moho verde grisáceo que desarrolla sobre las lesiones (Figura 15). Puede infectar frutos intactos, o bien ingresar a través de heridas. La presencia de frutos enfermos en almacenamiento puede determinar la infección de frutos sanos en contacto. Alta humedad relativa ambiente y sobre los frutos, sumadas a temperaturas frescas favorecen la infección [Rivera *et al*., 2009].

Figura 15: Moho verde grisáceo sobre frutos [Rivera *et al*., 2009].

Conviene cosechar fruta seca en óptimo estado de maduración y enfriar lo antes posible en época cálida, eliminar órganos afectados, en lo posible antes de la aparición del moho, disminuir la humedad ambiente, controlar la enfermedad en etapa vegetativa del cultivo, controlar la temperatura y humedad en la poscosecha [Rivera *et al*., 2009].

2.4. Modelado de sistemas biológicos

2.4.1. Introducción al modelado

La investigación científica es la que da origen al modelado en cualquier campo disciplinar, siendo particularmente importante en el biológico. El estudio formal de la mayor parte de los sistemas biológicos, no puede realizarse de forma directa, sino que se requiere un proceso gradual de abstracción, es decir, abstraer del sistema natural las características más importantes, en pos del objetivo que se desea lograr, desde su formulación conceptual hasta su estudio fuera del medio estrictamente físico [Morán, 2009].

Los métodos y medios computacionales resaltan la importancia del modelado, ya que permiten el abordaje de problemas de alta complejidad, no sólo por la creciente potencia de cálculo, sino también por la capacidad de representación formal de procesos y sistemas, que no podrían ser descriptos con exactitud por la matemática tradicional.

Uno de los cinco elementos básicos del modelado es el sistema informático. El modelado y la simulación como actividad corren de manera conjunta, en el proceso general de modelado considerado como tercera vía. El sistema real, objeto de estudio, fuente de todo tipo de datos y variables que describen su

comportamiento, no es accesible en su totalidad por su excesiva complejidad y magnitud, lo cual hace necesario una reducción mediante un enfoque más concreto sobre la base de cierto conjunto de datos y variables experimentales que conforman lo que se denomina trama experimental. Dicho sistema real se representa mediante un modelo base, igualmente complejo e inabordable, siendo necesario recurrir a un modelo simplificado que dé cuenta de la trama experimental concreta. El pasaje de un sistema a otro requiere de una simplificación que debe realizarse en forma sumamente cuidadosa y respetando ciertas reglas para no perder información durante dicho proceso. Finalmente, el sistema informático debe ser entendido en su sentido más amplio como sistema computacional, o sea, la suma de computadora, técnicas y teorías informáticas [Zeigler, 1976].

El modelado no es un proceso lineal sino iterativo (Figura 16) en la mayoría de los casos. La realidad física o sistema real nos proporciona información experimental (datos observables). A partir de la elaboración de hipótesis, presupuestos, aproximaciones e incluso teorías, es posible abstraerse de la realidad y arribar a un modelo que la refleja o representa, el cual, luego de ser cuidadosamente desarrollado, analizado y estudiado permitirá la obtención de información teórica, la que será contrastada con la realidad experimental, cerrando el circuito. De dicha contrastación será posible conocer la bondad del modelo y exactitud de las hipótesis elaboradas. Si los resultados fueran negativos, será necesario replantear el modelo, total o parcialmente, dependiendo de los desvíos teóricos respecto de la realidad experimental. Este es el sentido en el que puede entenderse al modelado como proceso de retroalimentación a nivel de información [Papert, 1981]. Cuando el resultado de este proceso es positivo, las hipótesis de partida y los mecanismos postulados nos dan información acerca de la naturaleza y porqué del comportamiento del sistema en estudio.

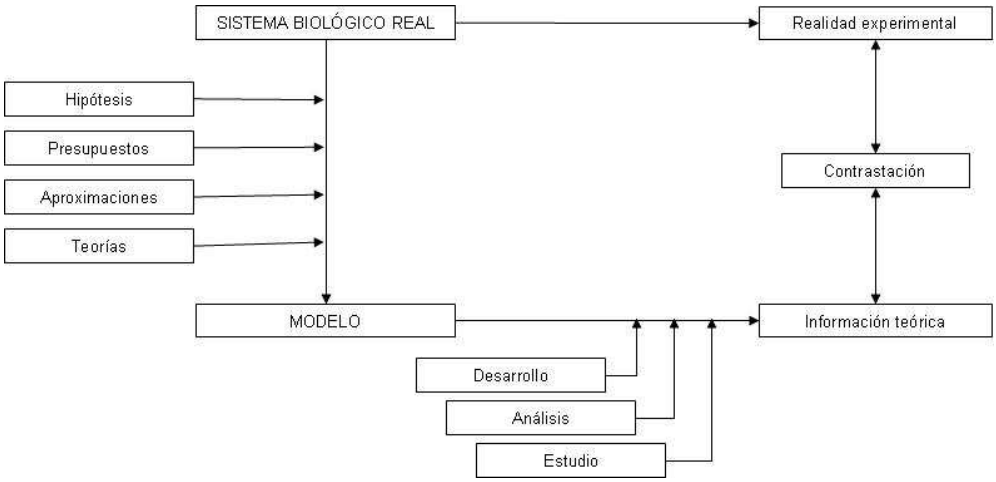

Figura 16: Modelado como proceso iterativo [adaptado de Morán, 2009].

De esta forma, el modelado determina una vía de acceso a la realidad y mayor conocimiento de un sistema. Asimismo, a través de la representación de su comportamiento es posible realizar predicciones y así avanzar cada vez más en su comprensión, constituyendo dichas predicciones el banco de pruebas que permite probar la bondad de ajuste de un modelo [Morán, 2009].

2.4.2. Modelado, teorías y experimentos

El conocimiento acerca de cómo es el mundo y las leyes que rigen su funcionamiento, se consideran las inquietudes más persistentes en la historia de la humanidad. Las teorías científicas tratan de relacionar el orden de una supuesta realidad objetiva externa con el de una realidad intrapersonal, utilizando como medio relacionante de ambas realidades la observación y experimentación. Con lo externo y lo intrapersonal, se pretende averiguar el comportamiento de la realidad a nivel descriptivo. El experimento a dicho nivel, no está todavía concebido para corroborar una teoría o modelo, sino más bien para estudiar el comportamiento del sistema objeto de estudio, frente a modificaciones o perturbaciones que pudieran ocurrir. Únicamente mediante la abstracción es posible llegar, a partir del estudio descriptivo del sistema, a establecer una teoría, en el caso más general, o un modelo, en el más particular. En dicha labor de abstracción, las reglas de objetividad y alto grado de racionalidad son fundamentales. A su vez, teoría y realidad intrapersonal están estrechamente vinculadas entre sí. Ahora bien, para que una teoría pueda considerarse científica deben cumplirse una serie de requisitos tales como la ensayabilidad, predictibilidad, aplicabilidad y accesibilidad (Figura 17) [Morán, 2009].

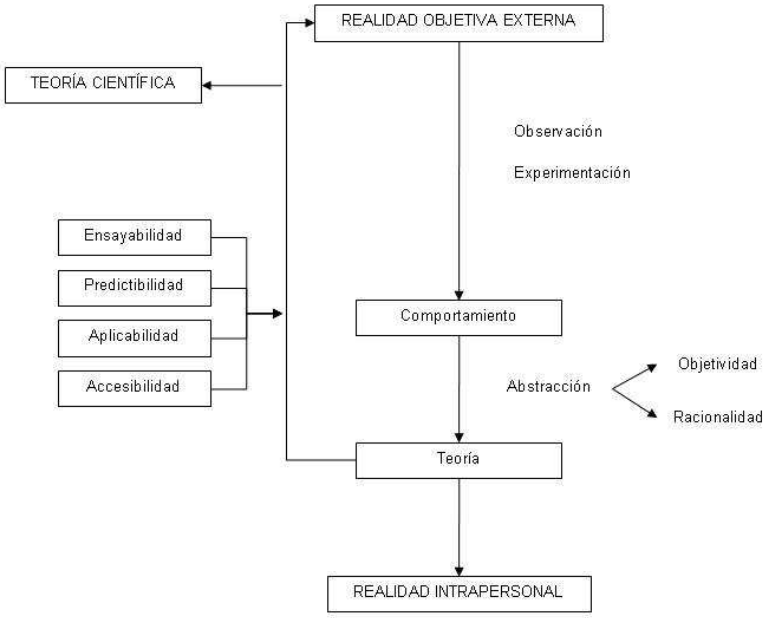

Figura 17: Relación entre realidades objetiva externa e intrapersonal [adaptado de Morán, 2009].

Todo ello nos muestra que las interrelaciones entre teoría y realidad son complejas, sin embargo, la contrastación de ambas surge de un modelo de comportamiento, que necesariamente implica una metodología a base de experimentos, formalizaciones y técnicas matemáticas. A dicho modelo se le aplica posteriormente la teoría (Figura 18).

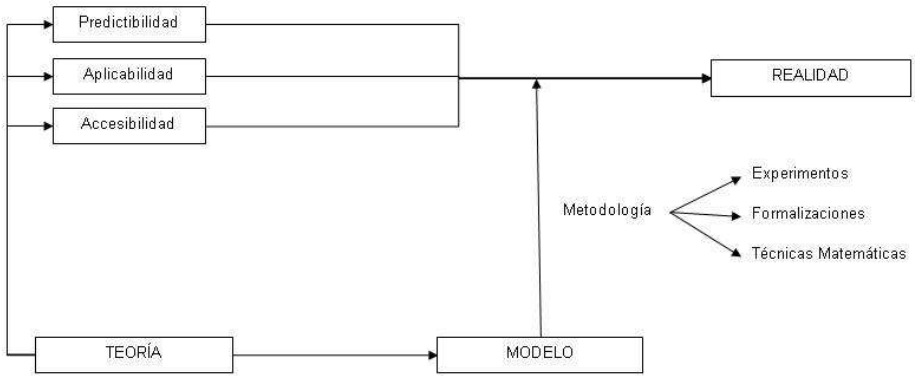

Figura 18: Relación entre teoría y realidad [adaptado de Morán, 2009].

En tanto un modelo constituye una abstracción de la realidad, a partir de la cual se trata de extractar aquellos aspectos considerados relevantes para el

fenómeno observado, la teoría en cambio es más general, necesitando postulados, axiomas, teoremas y conclusiones a las que la misma conduce. Pero así como modelo y teoría presentan diferencias, en forma conjunta constituyen los dos eslabones fundamentales sobre los cuales se ha construido la ciencia. Sólo cuando el empirismo ha dado lugar a un conjunto de leyes generales, esa rama del conocimiento se ha constituido en ciencia y sólo mediante el establecimiento de modelos se hace posible la aplicación de teorías a casos concretos [Morán, 2009].

Muchas veces una teoría ha de esperar años antes de ser comprobada experimentalmente. Tal el caso de la Teoría de la selección natural propuesta por Darwin, la cual ni siquiera con el advenimiento de la genética (neodarwinismo) pudo ser comprobada a nivel experimental. Sólo a partir de los experimentos de Haruna *et al*., [1963] y Haruna y Spiegelman, [1965] pudieron cumplirse las predicciones de Darwin. En otros casos, una teoría no sólo explica fenómenos observables, sino que va más allá, y llega a predecir comportamientos que todavía no se produjeron [Kox *et al*., 1997].

2.4.3. Complejidad biológica

Existe un común denominador que abarca la complejidad y diversidad que se observan durante el estudio de un sistema biológico, la cual recibe el nombre de autoorganización. Se define como la capacidad que tiene un sistema de organizarse a sí mismo aumentando su complejidad, debido a la característica estructura y relaciones de las unidades que conforman dicho sistema. Esta adquisición de orden implica una disminución de entropía del sistema, aunque paralelamente se debe dar el proceso contrario en el entorno del mismo, dado que no es posible transgredir la Segunda ley de la termodinámica [Zemansky y Dittman, 1985] (Figura 19).

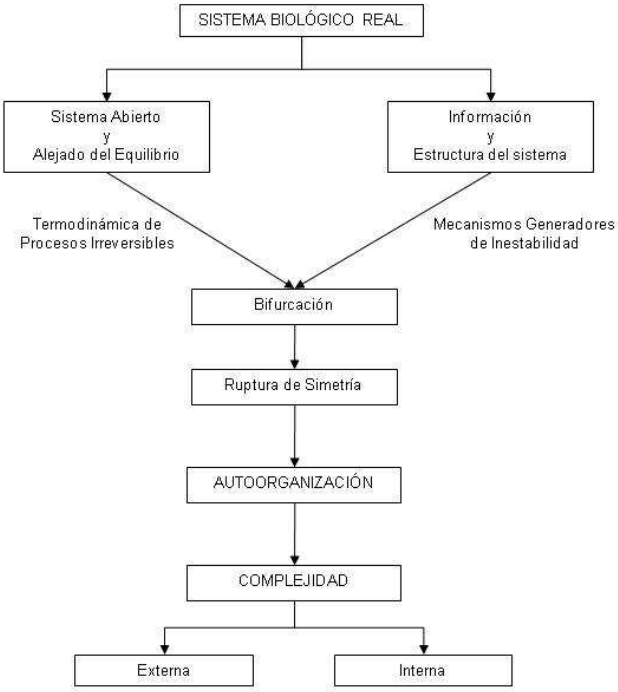

Figura 19: Características diferenciales de un sistema biológico [adaptado de Morán, 2009].

Tales aumentos y disminuciones de entropía se denominan procesos disipativos de entropía [Prigogine y Nicolis, 1977]. De acuerdo con los lineamientos generales impuestos por la Termodinámica de procesos irreversibles [Prigogine, 1961], la aparición de orden en un sistema, a partir de ciertas fluctuaciones, requiere que el sistema sea abierto, para intercambiar energía y materia con su entorno disipando entropía, y que esté alejado del equilibrio, o sea no aislado y sujeto a ciertas presiones y restricciones externas. Existe un tercer aspecto que se conoce como mecanismos generadores de inestabilidad, que se refiere a la propia estructura e información del sistema. Estos mecanismos son los responsables de determinar la aparición de inestabilidades, que conducen a través de los puntos de bifurcación, a la ruptura de simetría y autoorganización (Figura 19).

2.4.4. Modelado biológico

La característica más importante del mundo biológico, que va de la mano junto a su complejidad, es la evolución. Dicha evolución, en su sentido más puro (cambio en el tiempo) lleva a los sistemas vivos desde un menor a mayor grado de organización. En sentido contrario, la evolución en términos biológicos se denomina degradación (Figura 20) [Morán, 2009].

Surgen en este planteo dos conceptos básicos: la complejidad y la evolución en un sentido marcado en el tiempo. Dichos conceptos unidos entre sí, constituyen una característica esencial del mundo biológico. La evolución que conduce a un comportamiento complejo y dinámico en el tiempo y el espacio, debe ser una característica indispensable a tener en cuenta en el modelado biológico (Figura 20) [Prigogine, 1980].

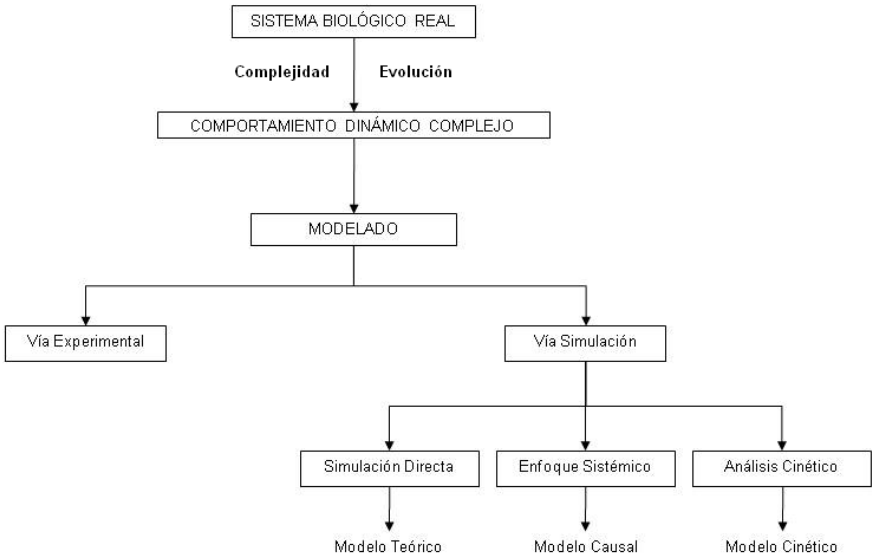

Figura 20: Características del modelado biológico [adaptado de Morán, 2009].

Dos son los caminos que permiten la concreción del modelado biológico: experimental y simulación. El primero representa la construcción y prueba de lo que se ha dado en llamar modelos experimentales (ampliamente utilizados en biología), y el segundo contempla procesos catalogados como simulación (Figura 20) [Morán, 2009].

2.4.5. Simulación biológica

La simulación en su sentido más amplio, debe ser entendida como un conjunto de métodos y formas de modelar, cuya característica común es la de no ser experimentales. Desde el punto de vista de la profundidad con la que se contempla el sistema, se encuentran los modelos en los que se simula el comportamiento del sistema como un todo, siguiendo reglas generales y sin entrar en detalles o mecanismos particulares de las diferentes partes que lo componen. Dichos métodos se conocen como simulación directa y dan lugar a

los llamados modelos teóricos. Otro tipo de modelos son los que se construyen a partir de un enfoque sistémico, en el comportamiento del sistema se simula como un todo, igual que en el caso anterior, pero atendiendo a reglas particulares de interacción y evolución de la partes constitutivas. El resultado obtenido es consecuencia de las relaciones causa-efecto de los elementos que conforman el sistema, motivo por el cual los modelos a que dan lugar se conocen como modelos causales. Por último, los modelos basados en el análisis cinético consideran los cambios del mismo nombre ocurridos en las ecuaciones de evolución de los elementos de un sistema, considerando velocidades y constantes concretas. Dan lugar a ecuaciones cinéticas, las cuales conforman los denominados modelos cinéticos (Figura 20) [Morán, 2009].

2.4.5.1. Simulación directa

Por un lado, la simulación directa tiene fuerte vinculación con los modelos conexionistas, y por otro, con las técnicas que emulan el comportamiento de sistemas. Las Redes neuronales, constituyen la principal herramienta del enfoque conexionista y conlleva dos conceptos principales tales como el Proceso paralelo y el Proceso distribuido. Son particularmente útiles para modelar y explicar aspectos cognitivos (memoria, aprendizaje, procesos de clasificación, reconocimiento de patrones) (Figura 21) [Morán, 2009].

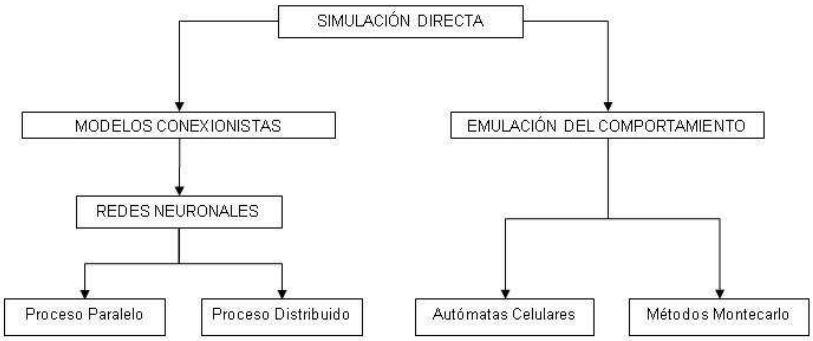

Figura 21: Características de la simulación directa [adaptado de Morán, 2009].

La simulación mediante emulación del comportamiento incluye teorías como la de Autómatas celulares y Métodos Montecarlo, que permiten el estudio

evolutivo de sistemas autorreplicables. Los Autómatas celulares, consideran el estudio de una gran variedad de sistemas que van desde el modelado de tareas de comportamiento y aprendizaje hasta la simulación de sistemas excitables, de reacción difusa o del comportamiento de colonias celulares. Los métodos Montecarlo, contemplan la evolución y selección de moléculas con contenido informativo, tanto en condiciones prebióticas (primeras etapas del origen de la vida) como en condiciones actuales, comportamiento de algunos tipos de virus (Figura 21) [Morán, 2009].

2.4.5.2. Enfoque sistémico

El enfoque sistémico considera al sistema, o partes del mismo, como una “caja negra”, de manera tal que a partir de entradas concretas se obtengan salidas concretas, sin importar lo que sucede dentro. Cabe mencionar dentro de este enfoque, a la Dinámica de Sistemas [Roberts *et al*., 1983], que incluye una metodología particular con reglas propias de dicha dinámica, aplicada sobre todo al estudio de ecosistemas, y también a la Teoría del Control de Flujo como una representación específica del movimiento sistémico, cuya aplicación más llamativa ha sido en el área bioquímica, particularmente en el caso de las rutas metabólicas (Figura 22) [Morán, 2009].

Figura 22: Características del enfoque sistémico [adaptado de Morán, 2009].

2.4.5.3. Análisis cinético

Dentro de este tipo de análisis, existen métodos en los cuales se considera la existencia de fluctuaciones internas y externas al sistema. Se trata de los métodos Estocásticos, a través de los cuales los procesos cinéticos se consideran como procesos de nacimiento y muerte, estudiándose a partir de una ecuación maestra. Los métodos de Gillespie, constituyen la aproximación más empleada, en el caso de simular directamente la evolución de los

procesos cinéticos. Dichos métodos, estudian la evolución de un sistema, simulando por métodos Montecarlo, los procesos cinéticos que intercomunican las partes constitutivas del sistema. El desarrollo de métodos Montecarlo, resultaría imposible sin la utilización de computadoras con gran capacidad de cálculo (Figura 23) [Morán, 2009].

Los métodos Determinísticos, se utilizan cuando no se consideran fluctuaciones en el sistema. Se basan en el análisis cinético a través del planteo de un sistema de ecuaciones cinéticas, deducidas a partir de un modelo. Estas ecuaciones representan el comportamiento de las variables que componen el sistema en el tiempo y/o espacio, dando lugar a un sistema de ecuaciones en diferencias, si el tiempo es considerado en forma discreta (Figura 23) [Morán, 2009].

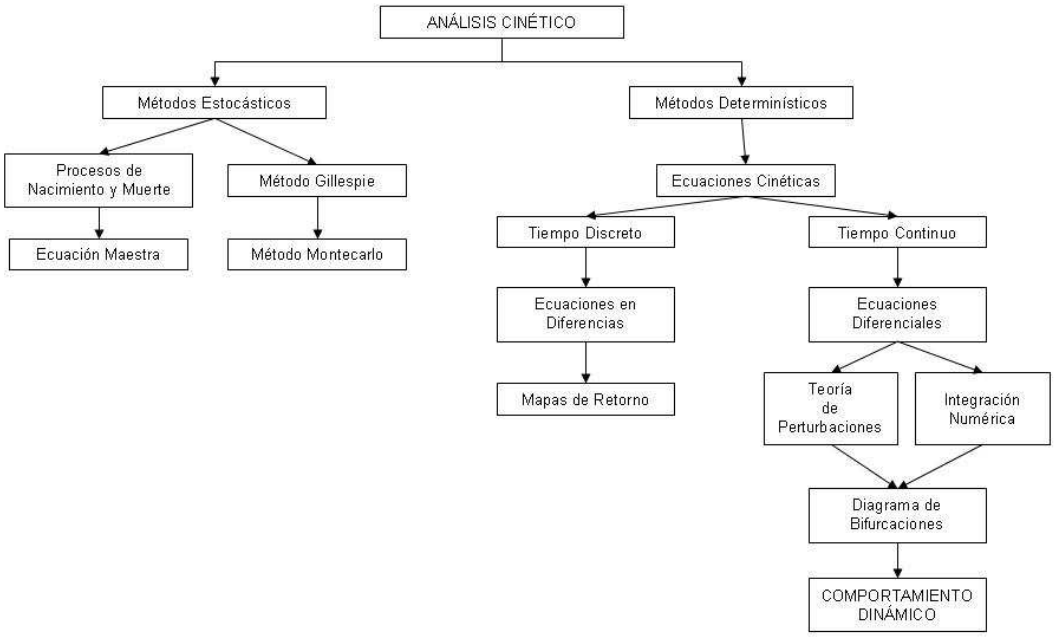

Figura 23: Características del análisis cinético [adaptado de Morán, 2009].

El estudio de las ecuaciones en diferencias, se realiza habitualmente mediante el empleo de técnicas de representación gráfica, como ser los mapas de retorno, que se calculan mediante técnicas de computación. En este tipo de ecuaciones, se encuentran modelados numerosos procesos donde la situación presente depende del estado del sistema en un lapso de tiempo finito anterior (Figura 23).

Cuando el tiempo es considerado de manera continua, el estudio y desarrollo del modelo puede hacerse con ayuda del cálculo diferencial. Dado que los sistemas de ecuaciones diferenciales resultantes no son lineales, su estudio no puede hacerse analíticamente, siendo necesario recurrir al cálculo numérico. Dicho cálculo se puede concretar por medio del uso de la Teoría de Perturbaciones, para analizar la estabilidad de las soluciones o bien por medio de la integración numérica. Estas técnicas permiten llegar a conocer los estados estacionarios y soluciones del sistema, en función de los parámetros de control. Así, es posible conocer el diagrama de bifurcaciones, que tanto facilita la visión de conjunto de los puntos donde hay ruptura de simetría, como las posibilidades de comportamiento dinámico del sistema. El empleo de algoritmos y computadoras, son necesarios para el análisis numérico de un sistema complejo de ecuaciones diferenciales no lineales. El sistema de ecuaciones diferenciales presentará diferentes características, dependiendo del sistema estudiado y las hipótesis planteadas. La característica común al resultado del análisis y simulación de estos sistemas de ecuaciones, es permitir la obtención de un comportamiento dinámico complejo, que luego será comparado con los datos observados o los datos experimentales (Figura 23) [Morán, 2009].

2.4.6. Modelado predictivo de enfermedades vegetales

Tanto el modelado mecanístico como el empírico, constituyen técnicas que se utilizan para desarrollar modelos predictivos. El mecanístico, suele utilizar una serie de submodelos para caracterizar múltiples subetapas del ciclo de la enfermedad, y a menudo se basan en los resultados de experimentos diseñados para investigar la biología de patógenos en condiciones controladas. Cuando el conocimiento sobre el sistema es incompleto, dichos submodelos permiten incorporar suposiciones acerca de las relaciones entre hospedante, patógeno y ambiente [De Wolf e Isard, 2007].

Los modelos mecanísticos generalmente se caracterizan por tener una mayor capacidad explicativa que los puramente empíricos. En comparación, los enfoques empíricos, utilizan métodos estadísticos para describir las relaciones entre las variables ambientales y el aumento de la intensidad de la enfermedad. Estos tipos de modelos, a menudo se basan en experimentos a campo que simulan condiciones de producción, y pueden utilizar resultados de

experimentos controlados para dirigir la construcción del modelo [Campbell y Madden, 1990].

Los modelos empíricos no caracterizan relaciones causa/efecto dentro de un sistema de enfermedad, sin embargo, pueden utilizarse para hacer inferencias acerca de la biología subyacente de dicho sistema. A su vez, ambos tipos de modelado, mecanístico y empírico, se utilizan para identificar las partes del ciclo de la enfermedad que necesitan una mayor exploración a base de experimentos. En la literatura reciente, existen casi igual número de modelos mecanísticos y empíricos exitosos, así como también muchas combinaciones pragmáticas de ambos enfoques [De Wolf e Isard, 2007].

Los modelos predictivos, pueden basarse en factores de riesgo que predispongan cultivos a epidemias de enfermedades. Estos modelos a menudo consideran dichos factores de riesgo asociados al ambiente predisponente al desarrollo general de la enfermedad, e incorporan a menudo información respecto a la influencia de prácticas productivas tales como: rotación de cultivos, prácticas de la labranza, fechas de siembra y grado de susceptibilidad de cultivares. Este acercamiento fue utilizado para modelar la mancha gris de la hoja de maíz (*Cercospora zeaemaydis*) [Paul y Munkvold, 2004]. El modelo predice un riesgo severo de que se produzca la enfermedad, basado en horas de temperatura favorable, y humedad relativa durante etapas críticas del crecimiento, considerando además la localización geográfica, la cantidad de residuos de cosecha dejados en la superficie del suelo, y el grado de resistencia de los cultivares disponibles a la enfermedad. Este acercamiento también fue utilizado para predecir epidemias de la pudrición del tallo (*Sclerotinia sclerotiorium*) por ataque a semillas oleaginosas [Twengström *et al*., 1998].

2.4.6.1. Modelos predictivos como sistemas de gestión de enfermedades

Los modelos predictivos poseen un gran potencial como soporte a la administración de estrategias, que permitan sobre todo mantener los suministros mundiales de alimentos. Sin embargo, el verdadero valor de dichos modelos radica en su utilización para la toma de decisiones relativas al manejo de enfermedades en campos de producción [De Wolf e Isard, 2007].

Para evaluar un modelo predictivo, de manera tal que forme parte de un sistema de gestión de enfermedades, es necesario replicar las investigaciones a nivel de parcela, para determinar el desempeño de las decisiones basadas en modelos y contrastarlas con las correspondientes a prácticas de gestión estándar. Este procedimiento de evaluación de modelos fue utilizado para comprobar la bondad de un sistema predictivo para el mildiú de la vid en Ohio. La investigación evaluó el desempeño del modelo predictivo sobre la base de repeticiones en bloques por más de 7 años, comparando el control de la enfermedad con tratamientos de fungicidas en base a un modelo de tiempo con un programa estándar de aplicaciones basado en el sistema calendario. Los resultados de este estudio, indicaron que tanto el modelo de tiempo como el estándar basado en el sistema calendario, para realizar las aplicaciones con fungicidas, redujeron significativamente ($P<0,05$) la incidencia de mildiú de la vid en comparación a la ausencia de tratamientos. Más aún, este estudio demostró que era posible alcanzar similares niveles de control de la enfermedad con menor cantidad de aplicaciones de fungicidas utilizando el modelo predictivo en comparación con tratamientos estándar [Madden *et al*., 2000]. El mismo enfoque fue utilizado para evaluar un modelo de tiempo para realizar tratamientos orgánicos contra la sarna del manzano en Alemania, pudiendo demostrar que los modelos predictivos pueden ser utilizados con eficacia en sistemas de producción orgánica [Triloff, 1997].

En algunos estudios, la investigación a nivel de parcela se utilizó para comparar el desempeño de predicción de múltiples modelos para la misma enfermedad [Xu *et al*., 1995; Shtienberg *et al*., 2003; Taylor *et al*., 2003; Gilles *et al*., 2004; Batista *et al*., 2006]. En este sentido, Taylor *et al*. [2003] evaluaron el rendimiento relativo de los cinco modelos predictivos para tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en un período de 6 años en 5 localidades. Los resultados del mismo indican que el modelo denominado NEGFRY proporciona la mejor combinación exactitud/oportunidad de aplicación.

La evaluación de modelos predictivos en base a parcelas de investigación, se amplió hacia la evaluación del valor económico de la información proporcionada por un modelo. Este valor económico puede provenir de los gastos evitados por eludir una gran epidemia, o bien evitar aplicaciones innecesarias de pesticidas. Phipps *et al*. [1997] describieron los beneficios económicos resultantes de un pronóstico temprano a los productores de

Virginia, en relación a la mancha foliar del maní (*Cercospora arachidicola*). Estas evaluaciones indican que entre 1987 y 1990 dichos productores ahorraron en promedio de 2,25 aplicaciones de fungicidas por temporada en comparación a la norma de 14 días sobre la base del sistema calendario. Según las estimaciones de costos, para aplicaciones de clorotalonil a razón de 1,12 kg/ a durante ese período, el programa de asesoramiento redujo los costos de los insumos en un 33% o 57 U$S/ha. Durante el período 1990 a 1995, el asesoramiento promedio generó un ahorro de 3 aplicaciones de fungicidas por temporada y la reducción de los costos de entrada en un 43% o 66 U$S/ha. Los ahorros estimados sólo en insumos, para un productor que maneja 40 hectáreas de maní en Virginia fue de U$S 2.640 [Phipps *et al*., 1997]. En definitiva, las estimaciones del potencial económico de los modelos predictivos son muy valiosos, y puede llegar a ser algo esencial para los fitopatólogos con el fin de intentar justificar el continuo gasto de recursos necesarios para desarrollar y mantener estos sistemas [De Wolf e Isard, 2007].

2.4.6.2. Aplicaciones prácticas de modelos predictivos

Los modelos predictivos se desarrollan sobre escalas espaciales continuas. En un extremo del espectro, dichos modelos se ejecutan a nivel de campo o lote. En general, estos sistemas utilizan computadoras para combinar mediciones del ambiente con observaciones locales, acerca de la gestión y el estado del cultivo. Las predicciones resultantes del modelo son específicas del sitio y sólo disponibles para usuarios individuales. La fortaleza de este tipo de sistemas es que representan las variaciones biológicas y ambientales, las cuales son importantes para la generación de recomendaciones referidas a la gestión de la enfermedad a escala de campo o lote [De Wolf e Isard, 2007]. En este sentido, el sistema de alarma llamado ADEM, provee de predicciones a productores y técnicos, para múltiples enfermedades de manzana. En este programa, los modelos de enfermedades fueron desarrollados sobre la base de variables meteorológicas provenientes de estaciones locales del mismo nombre. Dicha información meteorológica se combinó con información local como ser nivel de inóculo y susceptibilidad del cultivar, para proporcionar predicciones de riesgo de ataque por sarna, oídio, fuego bacteriano, cancro Europeo y podredumbre [Xu y Butt, 1996; Berrie y Xu, 2003].

En el otro extremo, los modelos predictivos pueden desarrollarse a escala regional. En los mismos, se utilizan equipos de alta potencia para combinar

información meteorológica proveniente de una amplia red de estaciones, con otras fuentes de datos meteorológicos como ser estimaciones de precipitación por radar, mediciones de la temperatura, humedad y vientos por satélite, etc. Estos sistemas proporcionan una estimación general del riesgo de enfermedad para toda una región y comunidad de usuarios, pero consideran poco o nada en lo referente a variaciones de la biología, prácticas de cultivo o condiciones microclimáticas a nivel local. Los productos de modelos predictivos bajo la forma de mapas o recomendaciones están disponibles para toda la comunidad y se pueden utilizar para planificar el manejo de la enfermedad a distintos niveles. Los puntos fuertes del modelado de sistemas de enfermedades a escala regional, permiten el uso eficiente de los recursos de información meteorológica, utilizar la velocidad y alcance de Internet como medio de comunicación y hacer mejoras debido a cambios en la estructura del modelo, inmediata y automáticamente a disposición de toda la comunidad de usuarios. Existen varios ejemplos de este tipo de sistemas en la literatura actual. Uno de ellos corresponde al implementado por Thomas *et al*. [2002] para cultivos frutales y hortícolas, en el oeste de Estados Unidos. Este sistema genera predicciones para múltiples enfermedades e insectos, basado en observaciones meteorológicas de más de 2000 estaciones. El sistema fue automatizado para que los datos de la red de estaciones meteorológicas, recogidos cada 15 minutos, se utilicen a diario para generar mapas a color del riesgo de enfermedad para la región correspondiente en un sitio web.

De Wolf *et al*. [2005] han implementado modelos predictivos para la fusariosis de la espiga de trigo para 23 estados al este de las Montañas Rocosas. Estos modelos fueron desarrollados utilizando el modelado empírico por los fitopatólogos de la Universidad Estatal de Pennsylvania y la de Ohio, con la participación de epidemiólogos de varios estados, combinando datos de estaciones convencionales y teledetección del medio ambiente. Un sistema automatizado (Fusarium Head Blight Risck Assessment Tool) se implementó al utilizar estos datos para ejecutar los modelos y así producir mapas de riesgo de la enfermedad con una resolución para la región del orden de los 20 km, mostrados al público por medio de Internet (Figura 24).

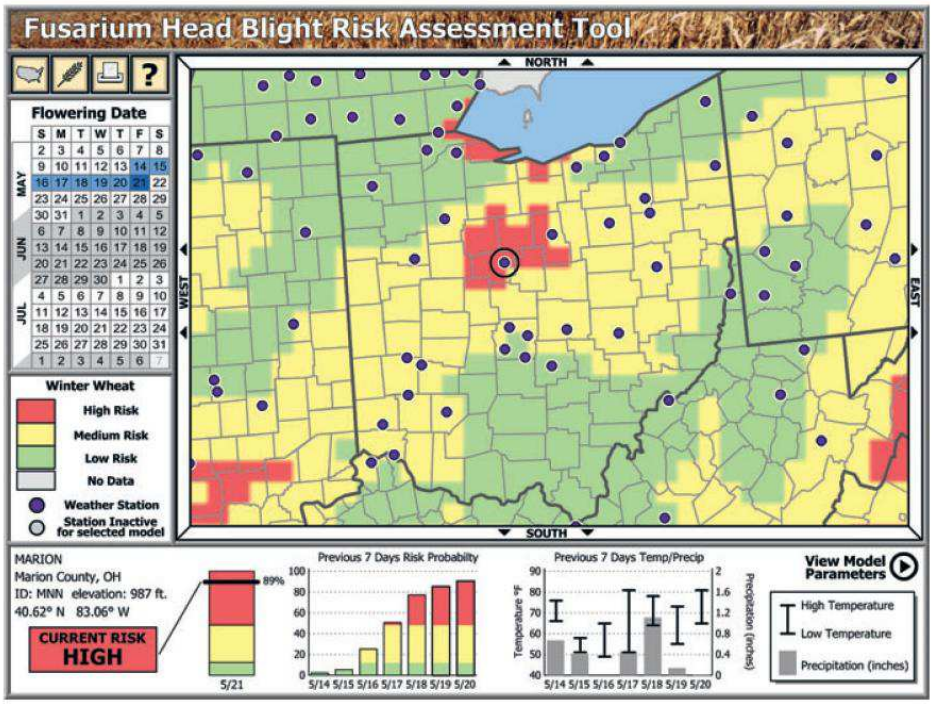

Figura 24: Herramienta de uso público a través de Internet, para la predicción de la fusariosis de la espiga de trigo (*Fusarium graminearum*). La interfaz gráfica muestra los mapas de riesgo diario de la enfermedad para 23 estados al este de las Montañas Rocosas. En este caso, se muestra una ampliación de Ohio y parte de Pennsylvania, Michigan e Indiana (la interfaz gráfica fue diseñada por el Centro de Informática Ambiental del Estado de Pennsylvania) [De Wolf *et al*., 2005].

En un futuro próximo, el desarrollo de los modelos predictivos se dirigirá hacia el centro de este continuo conceptual. Los avances en tecnologías de la información y comunicación están haciendo posible el diseño de sistemas de predicción de enfermedades vegetales que integren datos ambientales proporcionados en tiempo real por las redes de vigilancia mundial, proporcionando al usuario local información sobre el estado de los cultivos y las enfermedades dentro de los distintos campos. Si los fitopatólogos son capaces de mantener el ritmo de estos avances tecnológicos, mediante el establecimiento de equipos multidisciplinarios que incluyan meteorólogos y expertos en tecnología, el futuro de la predicción de enfermedades vegetales seguirá siendo brillante [De Wolf e Isard, 2007].

3. PROBLEMÁTICA Y ANTECEDENTES

3.1. Descripción del problema

Las enfermedades que afectan a los cultivos, causan pérdidas significativas, lo cual resulta importante desde el punto de vista de la alimentación a escala mundial [De Wolf e Isard, 2007]. Las enfermedades explican por lo menos el 10% de pérdidas de la cosecha global y son, en parte, responsables del sufrimiento de ochocientos millones de personas que carecen de una alimentación adecuada [Strange y Scott, 2005]. Estadísticas como éstas, son las que motivan a muchos fitopatólogos a buscar nuevas formas de disminuir el impacto de las enfermedades en la cosecha [De Wolf e Isard, 2007].

De hecho, la fitopatología se dedica al desarrollo y uso de prácticas que reducen el efecto nocivo de una enfermedad sobre lo que será nuestra comida [Maloy, 1993]. Estas prácticas deben ser económicamente posibles de llevar a cabo y aceptables desde lo ambiental [Campbell y Madden, 1990]. La comprensión de los factores que desencadenan el desarrollo de epidemias vegetales, son esenciales si deseamos crear y ejecutar estrategias eficaces para la gestión de la enfermedad. La interacción sincrónica entre el hospedante, el patógeno, y el ambiente, gobierna el desarrollo de la enfermedad (Figura 25).

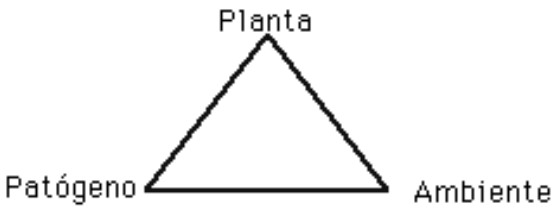

Figura 25: Triángulo epidémico [adaptado de Zadoks y Schein, 1979].

Estas interacciones se pueden conceptualizar como una secuencia continua o ciclo de acontecimientos biológicos que incluyen inactividad, reproducción, dispersión, y patogénesis [De Wolf e Isard, 2007]. Aunque los fitopatólogos saben y reconocen, desde hace tiempo, la importancia de estos acontecimientos, Gaumann [1950] fue el primero en evaluar críticamente la progresión de acontecimientos que llevan al desencadenamiento de la enfermedad [Campbell y Madden, 1990; Maloy, 1993]. Gaumann [1950] denominó a esta secuencia continua de eventos “cadena de la infección”, sin

embargo, más recientemente han entrado en boga los términos “ciclo de la enfermedad” o “ciclo de la infección” [Maloy, 1993; Kranz, 2003]. La descripción y la cuantificación del ciclo de la enfermedad es la base fundamental de la epidemiología vegetal y constituye la llave para desarrollar una gestión eficaz de la misma [De Wolf e Isard, 2007].

La cuantificación de la distribución espacial de la enfermedad proporciona importante información sobre potenciales fuentes de inóculo, así como también la extensión de la misma en una región agrícola [De Wolf e Isard, 2007]. El poder predecir cuándo una enfermedad aumentará a un umbral que cause pérdidas económicamente significativas, constituye uno de los usos más importantes de la epidemiología vegetal [Campbell y Madden, 1990]. La predicción de la enfermedad en días o semanas antes de que una epidemia ocurra, permite que los productores respondan de manera oportuna y eficiente ajustando las prácticas de gestión de cultivos [Maloy, 1993]. Dado un plazo de ejecución suficientemente largo, las predicciones de la enfermedad podrían ayudar a los productores a decidir qué cultivares utilizar y cuándo sembrarlos. Podría ayudarles también a programar la fertilización, la irrigación, la rotación de cultivos, y otras prácticas culturales [De Wolf e Isard, 2007].

Por otra parte, una predicción de bajo riesgo de ocurrencia de la enfermedad, puede dar lugar a un uso reducido de pesticidas, con positivas consecuencias económicas y ambientales [De Wolf e Isard, 2007].

3.2. Antecedentes en materia de modelos predictivos

Se han desarrollado y evaluado modelos predictivos para una amplia gama de cultivos clasificados como extensivos, frutales, hortícolas y otros (Cuadro 8). Las enfermedades que afectan a frutas y hortalizas fueron consideradas por 7 y 9 de los 18 informes referidos a evaluación de modelos predictivos, respectivamente [De Wolf e Isard, 2007].

Cuadro 8: Modelos predictivos desarrollados y evaluados. (a) Artículos clasificados como desarrollo de modelos o evaluación de modelos basados en objetivos y resultados de investigación. (b) Artículos en los que la evaluación de modelos se realizó como parte de un sistema de gestión de enfermedades o su adaptación a nuevas localizaciones geográficas. (c) Artículos con doble propósito: desarrollo y evaluación de modelos como parte de un sistema de gestión de enfermedades. Las citas incluyen sólo el primer autor [De Wolf e Isard, 2007].

CULTIVOS	ENFERMEDAD	PATÓGENO	MODELOS (a), (b) y (c)
Extensivos			
Canola	Pudrición del tallo	*Sclerotinia sclerotiorum*	Twengstrom, 1998(a)
Maíz	Mancha gris de la hoja	*Cercospora zea-maydis*	Paul, 2004(a); Paul, 2005(a)
Mani	Mancha temprana	*Cercospora arachidiacola*	Phipps, 1997(b)
	Tizón	*Sclerotinia minor*	Phipps, 1997(b); Langston, 2002(c)
Trigo	Fusariosis de la espiga	*Fusarium sp., Fusarium graminearum*	Hooker, 2002(a); Rossi, 2003(a); De Wolf, 2003(a); Moschini, 2004(a); Del Ponte, 2005(a)
	Roya de la hoja	*Puccinia triticina*	Rossi, 1997(a); Heger, 2003(a); Audsley, 2005(a)
	Oidio	*Bulmeria graminis*	Rossi, 2003(a); Audsley, 2005(a)
	Mancha de la hoja	*Septoria tritici*	Verreet, 2000(c); Heger, 2003(a); Audsley, 2005(a)
	Mancha de la gluma y el nudo	*Stagonospora nodorum*	De Wolf, 2000(a); Shah, 2002(a)
	Roya amarilla	*Puccinia striiformis*	Luo, 1995(a); Audsley, 2005(a)
	Pietín	*Gaeumannomyces graminis*	Roget, 2001(a)
	Mancha amarilla	*Pyrenophora tritici-repentis*	De Wolf, 2000(a)
	Mosaico	*Wheat soil-borne mosaic virus*	Cadle-Davidson, 2004(a)
	Mosaico	*Wheat spindle streak virus*	Cadle-Davidson, 2004(a)
Frutales			
Manzano	Sarna	*Venturia inaequalis*	Xu, 1995(c); Triloff, 1997(b); Berrie, 2003(b); Turechek, 2005(a)
	Cancro Europeo	*Nectria galligena*	Xu, 1994(a)
	Fuego bacteriano	*Erwinia amylovara*	Van Der Zwet, 1994(b); Billing, 1996(a); Shtienberg, 2003(b)
Vid	Oidio	*Podosphaera leucotricha*	Xu, 1999(a); Berrie, 2003(b)
	Podredumbre gris	*Botrytis cinerea*	Broome, 1995(c)
	Mildiu	*Plasmopara viticola*	Rosa, 1995(c); Park, 1997(c); Madden, 2000(b); Orlandini, 2003(a); Rouzet, 2003(a); Rossi, 2005(a)
Duraznero	Torque	*Taphrina deformans*	Giosuè, 2000(a)
Peral	Mancha marrón	*Stemphylium vesicarium*	Montesinos, 1995(a); Llorente 2000(b)
Ciruelo	Podredumbre morena	*Monilinia fructicola*	Luo, 2001(a)
Bayas de Saskatoon	Mancha de la hoja y tizón del fruto	*Entomosporium mespili*	Holtslag, 2004(a)
Hortícolas			
Lechuga	Mildiu	*Bremia lactucae*	Scherm, 1995(a); Wu, 2002(c)
Cebolla	Mildiu	*Pernospora destructor*	Fitz Gerald, 1994(b); De Visser, 1998(b); Wright, 2002(b); Gilles, 2004(c)
Papa	Tizón tardío	Phytophthora infestans	Grunwald, 2002(b); Taylor, 2003(b); Andrade-Piedra, 2005-a(b); Andrade-Piedra, 2005-b(b); Batista, 2006(b)
Tomate	Tizón temprano	*Alternaria solani*	Batista, 2006(b)
Remolacha	Mancha de la hoja	*Cercospora beticola*	Wolf, 2002(a); Wolf, 2005(a)
	Oidio	*Erysiphe betae*	Wolf, 2002(a)
Otros			
Abeto de Douglas	Tizón Suizo	*Phaeocryptopus gaeumannii*	Manter, 2005(a)

Las enfermedades de cultivos extensivos fueron tratadas en sólo 2 de estas publicaciones. En comparación, las enfermedades de cultivos extensivos fueron incluidas en 19 de las 36 publicaciones que se enfocaron en el desarrollo del modelo solamente o en combinación con la evaluación de dicho modelo. Las enfermedades de cultivos frutales fueron consideradas por 14 de los 36 estudios y las enfermedades de cultivos hortícolas fueron tema de 2 manuscritos. El modelo restante fue desarrollado para los abetos de Douglas (otros cultivos) [De Wolf e Isard, 2007].

Las tendencias en el desarrollo y evaluación de modelos predictivos son influenciadas por una variada gama de factores tanto científicos como sociales. La cantidad y tipo de actividad, resulta influenciada también por la presencia de uno o más modelos maduros para un sistema hospedante/enfermedad [De Wolf e Isard, 2007]. En tal sentido, existen varios estudios que evaluaron el desempeño, o realizaron adaptaciones menores a modelos maduros para el fuego bacteriano del manzano [Van Der Zwet *et al*., 1994; Shtienberg *et al*., 2003] y el tizón tardío de la papa [Grunwald *et al*., 2002; Andrade-Piedra *et al*., 2005-a; Andrade-Piedra *et al*., 2005-b; Batista *et al*., 2006]. La actividad de investigación también es influenciada por la aparición o resurgimiento de enfermedades importantes que afectan profundamente el rendimiento y calidad de los cultivos. Así, la fusariosis de la espiga de trigo, ha reaparecido como enfermedad importante en muchas regiones del mundo [Parry *et al*., 1995; Mc Mullen *et al*., 1997]. Dicha enfermedad puede causar enormes pérdidas de producción y dar lugar a la contaminación del grano con micotoxinas.

Las epidemias ocasionadas por la fusariosis de la espiga en trigo, se vinculan estrechamente a las condiciones climáticas a nivel regional y escala local. Predecir dichas epidemias, podría ayudar a productores a responder con usos oportunos de aplicaciones con fungicidas y minimizar el riesgo de contaminación del grano con micotoxinas. En respuesta a estas preocupaciones económicas y sociales, al menos cinco sistemas de pronóstico fueron desarrollados entre 2002 y 2005 [Hooker *et al*., 2002; De Wolf *et al*., 2003; Rossi y Giosuè, 2003; Moschini *et al*., 2004; Del Ponte *et al*., 2005].

Las enfermedades causadas por hongos y oomycetes constituyeron los casos más comunes en materia de desarrollo de modelos predictivos, con 34 de 36 estudios dirigidos a estos grupos de patógenos. En el caso de las enfermedades causadas por bacterias y virus, cada grupo abarcó un único

desarrollo de modelos predictivos durante el mismo período de tiempo. Con respecto a la evaluación de modelos predictivos, 16 de las 18 publicaciones referidas a este tópico corresponden a hongos y oomycetes. Dos artículos dirigieron la evaluación de modelos predictivos al fuego bacteriano del manzano (*Erwinia amylovora*). Por último, los patógenos que afectan hojas o frutos de plantas, también dominaron las publicaciones consideradas y sólo 2 de 54 estudios se centraron en partes aéreas de plantas [De Wolf e Isard, 2007].

3.3. Contextualización del problema

De las muchas enfermedades que amenazan al cultivo de arándano en Argentina, *Alternaria tenuissima* es el patógeno de mayor incidencia y prevalencia [Wright *et al*., 2005; Wright *et al*., 2007; Wright y Pérez, 2007], responsable de pérdidas de hasta un 20% en poscosecha [Wright *et al*., 2003-b; Wright *et al*., 2004; Wright *et al*., 2010].

Se trata de un hongo común y abundante en el aire, así como en el suelo, las semillas y productos agrícolas. Incluye especies tanto fitopatógenas como saprófitas, conocidas por producir metabolitos, sobre todo fitotoxinas, que desempeñan un papel importante en la patogénesis de las plantas. Las que producen metabolitos tóxicos en las plantas infectadas y/o en los productos agrícolas, pueden contaminar los alimentos y provocar efectos adversos en animales. La sintomatología en arándano es muy variable, aunque la más común consiste en manchas foliares, ocasionando también pudrición de frutos en pre y poscosecha.

Tratándose de un patógeno necrotrófico[6], su control preventivo consiste en eliminar órganos afectados, disminuir la humedad foliar y evitar condiciones de estrés, manteniendo el cultivo bien fertilizado y regado. Cuando aparecen los primeros síntomas en hojas y/o tallos, se recomienda aplicar fungicidas [Rivera *et al*., 2009]. Para el caso que nos ocupa, los fungicidas foliares constituyen la principal herramienta a utilizar para minimizar los daños causados. Pero si se busca una estrategia de control químico basada en la ocurrencia de condiciones meteorológicas favorables al progreso epidémico, es necesario contar con modelos matemáticos que cuantifiquen la relación ambiente/enfermedad.

[6] Parásito que mata a las células y obtiene su energía de las células muertas (Dárcy *et al*., 2001).

En Argentina, no se dispone hasta el presente de observaciones de severidad final de la enfermedad, que permitan encarar el desarrollo de modelos empíricos con base meteorológica para predecir niveles de ocurrencia de la enfermedad.

4. SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1. Colecta de datos y organización de la información

4.1.1. Introducción

El desarrollo de modelos predictivos, requiere la construcción de una base de datos. El protocolo para la elaboración de la misma refiere a datos que responden a dos orígenes. Por un lado, los registros de enfermedad, que en este caso provienen de lotes de arándano, y por otro los meteorológicos, los cuales resultan de estaciones meteorológicas convencionales o automáticas ubicadas en las cercanías de las plantaciones de arándano.

4.1.2. Registros de enfermedad

4.1.2.1. Elección del método de evaluación de severidad

La elección de un método eficiente para evaluar una enfermedad foliar en arándano es crítica para estudios epidemiológicos, medir pérdidas de producción y evaluar prácticas de manejo [Lindow, 1983]. Sin embargo, si bien se han desarrollado métodos para la evaluación de enfermedades en otros cultivos, existen pocos trabajos referidos a enfermedades foliares en arándano [Ojiambo y Scherm, 2006].

Tradicionalmente, la severidad de una enfermedad ha sido evaluada en forma visual [Lindow y Webb, 1983; Kampmann y Hansen, 1994], cuantificando, en porcentaje, el área afectada por un determinado patógeno [Niemira *et al*, 1999]. Comparado con otros métodos, el análisis visual posee algunas ventajas tales como su rapidez y simplicidad y desventajas como subjetividad y falta de exactitud [James, 1974; Lindow y Webb, 1983; Sherwood *et al.*, 1983; Olmstead *et al.*, 2001].

Considerando las desventajas del análisis visual, se han desarrollado sistemas informáticos para análisis y tratamiento de imágenes que están comenzando a ser utilizados extensamente en la evaluación de enfermedades de plantas [Martin y Rybicki, 1998; Niemira *et al*., 1999; Olmstead *et al*., 2001], y se caracterizan por aumentar la precisión y exactitud de las determinaciones [Todd y Kommedahl, 1994; Nilsson, 1995] siendo significativamente mejores que las obtenidas por estimaciones visuales [Lindow y Webb, 1983; Martin y Rybicki, 1998]. Uno de ellos es el *Image Analysis Software for Plant Disease*

Quantification (ASSESS*)* [Lamari, 2002] que es sencillo en su funcionamiento y permite el cálculo del área total de la hoja, así como también el área dañada.

Es poco probable que estos dos métodos puedan coincidir exactamente, dando resultados idénticos para todas las hojas. Sin embargo, es interesante conocer cuánto difieren entre sí. Si la diferencia es considerada pequeña por el experto, se puede reemplazar un método por el otro o emplear ambos, ya que diferencias pequeñas no afectarán la toma de decisiones.

El método de evaluación de la intensidad de una enfermedad debería reunir, según Nutter *et al*. [1993], las características de ser rápido y fácil de usar, aplicable bajo una amplia gama de condiciones y económico en su puesta en práctica. Asimismo, debería proporcionar resultados reproducibles y una medida exacta de la intensidad de la enfermedad.

Para determinar el método más adecuado para evaluar la severidad de la enfermedad provocada por *Alternaria tenuissima* en cultivos de arándano (*Vaccinium crymbossum*), se compararon dos métodos:

- Evaluación visual, realizada por un observador entrenado.
- Análisis de imágenes digitales, utilizando el software ASSESS [Lamari, 2002], con captura previa mediada por escáner (Anexo 1).

El estudio se llevó a cabo en un cultivo de arándano de la variedad “O’Neil” sin tratamiento fitoterapéutico, en la localidad de San Pedro, provincia de Buenos Aires. Para evaluar la severidad provocada por el patógeno, se extrajo una muestra al azar de 10 plantas en 2 hileras. De cada planta se recolectaron 10 hojas con síntomas, las cuales se mantuvieron refrigeradas en heladera y se sometieron a análisis inmediato de laboratorio.

Se determinó la severidad por hoja individual, expresada como porcentaje del área afectada, en base a dos metodologías: análisis visual y análisis digital (ASSESS) con captura mediada por escáner. Se analizó estadísticamente la concordancia en la determinación de severidad de ambas técnicas, empleando el método gráfico propuesto por Bland y Altman [1986] y se calcularon los límites de concordancia para distintos valores de severidad [Bland, 2005] a partir de un análisis de regresión de las diferencias de evaluaciones en función de la severidad promedio. Se complementó el análisis mediante un gráfico de

las diferencias absolutas de las mediciones de ambos métodos, empleando la técnica de sobrevivencia [Raggio Luiz *et al*., 2003].

La Figura 26 muestra las diferencias entre métodos de evaluación de severidad versus la media de la severidad obtenida por ambos métodos en cada hoja. Esta figura permite investigar cualquier posible relación entre las discrepancias entre métodos y el verdadero valor. Al no conocerse el verdadero valor, las medias de las dos mediciones es el mejor estimador disponible. Se observa en la figura, que en la medida que aumenta la severidad promedio también aumenta la diferencia en las evaluaciones de ambos métodos. Por esta razón, no es útil considerar límites de concordancia constantes. Para los distintos valores de severidad, se analizó la presencia de los límites de concordancia que varían en función de la severidad promedio de las hojas.

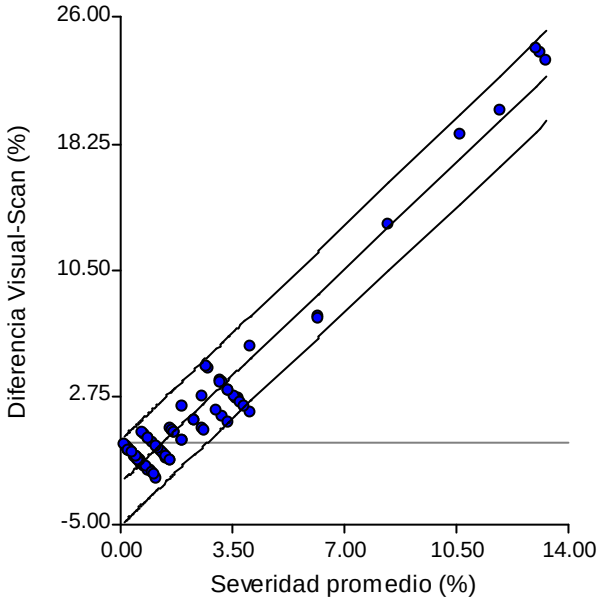

Figura 26: Límites de concordancia del 95%.

De este modo, se puede evaluar la diferencia entre las mediciones para niveles dados de severidad. Por ejemplo, en una hoja con una severidad de 0,13%, se puede esperar que las evaluaciones no excedan su diferencia ni por encima de los valores de 0,39% ni por debajo de -4,83%. Mientras que para un valor de 13% de severidad podemos esperar valores de discrepancias entre los límites de 19,6% y 25,2%. Vemos que para valores de severidad por encima de alrededor de 3% el observador reporta mayores valores de severidad (límites inferiores de concordancia positivos) y esas diferencias positivas van aumentando en la medida que aumenta la severidad de la enfermedad.

La Figura 27 presenta el gráfico de concordancia de los métodos a partir de las diferencias absolutas. La interpretación adecuada del gráfico, depende fundamentalmente del interés del usuario de los métodos con respecto a la tolerancia de la diferencia de las evaluaciones. Si interesa un límite de tolerancia de 4% se obtiene una concordancia del 90% (el 90% de las observaciones presentan diferencias iguales o menores a ese valor), mientras que si lo es de 1% la concordancia es del 45%.

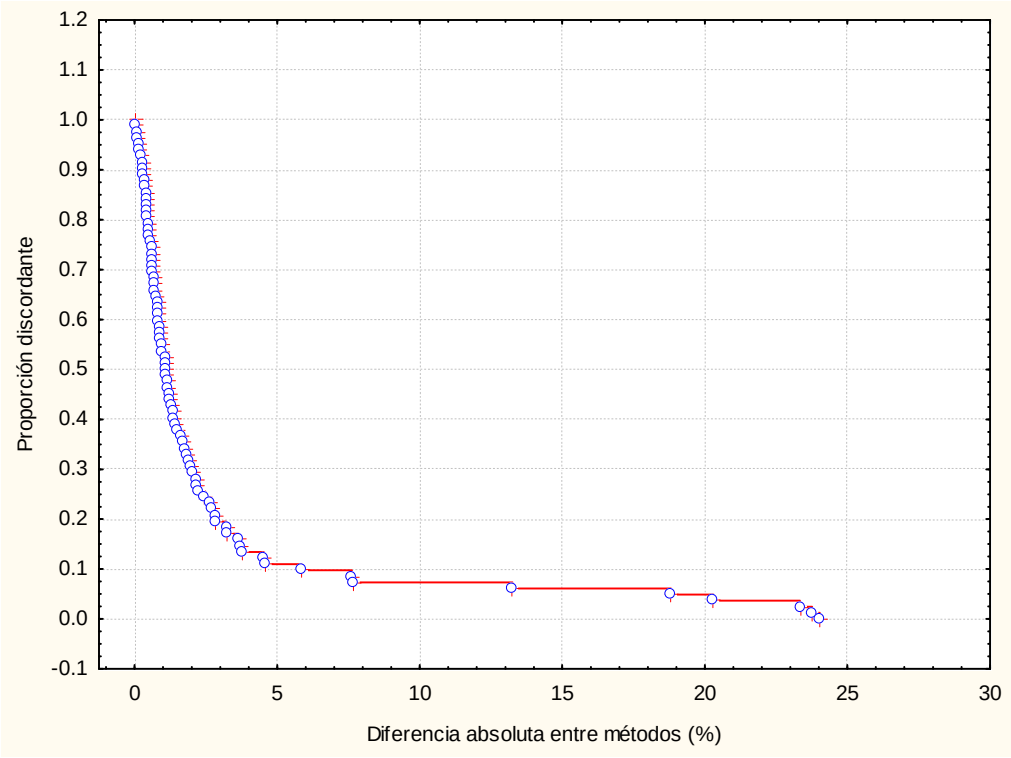

Figura 27: Proporción de observaciones discordantes entre la evaluación visual y digital.

El ojo humano evalúa el tejido enfermo con más exactitud, a bajos y altos niveles de infección [Nita *et al*., 2003].

A pesar de las ventajas de la evaluación visual, algunos factores tales como fatiga del evaluador y exactitud visual pueden tener un efecto sobre la subjetividad y la falta de exactitud que pueden ser críticas. Estos problemas no se presentan con el uso de programas que analizan imágenes digitales.

Una metodología no probada en este trabajo es la captura de imágenes utilizando cámara digital. En este caso, el principal problema es el relacionado con la regulación de la intensidad de la luz, así como las grandes dificultades para capturar imágenes con vista en planta de las hojas, principalmente debido a las características de la especie.

Si bien el inconveniente acerca de la regulación de la intensidad de la luz, no existió en la captura con escáner, se debe tener en cuenta que en estudios de seguimiento de la evolución de la severidad en hojas, las mismas no pueden ser removidas de la planta, lo que impide el uso del escáner como medio de captura digital.

En la mayoría de los casos de análisis utilizando el software ASSESS, los pecíolos de las hojas son considerados como áreas enfermas, aspecto que también fue reportado por Kampmann y Hansen [1994] y Olmstead *et al*. [2001] al usar distintos programas para el análisis de imágenes. Sin embargo, este inconveniente podría solucionarse por medio de la remoción de dichos órganos previo al análisis, o bien a través de una calibración precisa del programa.

La diferencia entre métodos de evaluación depende principalmente del grado de severidad de las hojas. En hojas con valores bajos de severidad la diferencia entre técnicas fue pequeña aumentando con el grado de severidad. Teniendo en cuenta que el grado de severidad de la enfermedad fue relativamente bajo (máximo 13% en promedio para ambos métodos), la concordancia entre ambos métodos fue aceptable.

Estos estudios se replicaron en los otros dos sitios (Concordia y Gualeguaychú), con diferentes evaluadores, lo cual permitió verificar la repetibilidad de estas conclusiones en diversas condiciones de severidad.

4.1.2.2. Diseño experimental para la colecta de datos

Los registros de enfermedad se realizaron aproximadamente cada 30 días, utilizando una escala con 8 grados de severidad, la cual fue elaborada luego de varias pruebas a campo y sucesivas modificaciones, las cuales fueron descriptas en el apartado anterior (Cuadro 9) y (Figura 28).

Cuadro 9: Escala de severidad usada para los registros de enfermedad.

Grado	1	2	3	4	5	6	7	8
Porcentaje de severidad máximo	0	5	10	20	40	60	80	100

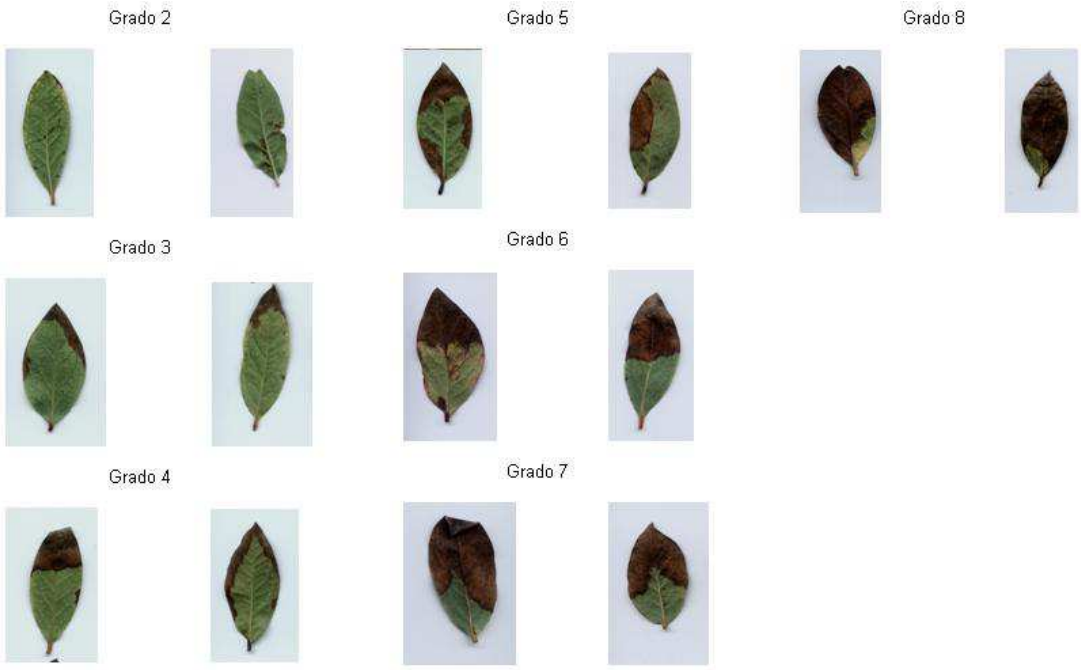

Figura 28: Diagramas correspondientes a cada grado de la escala de severidad.

Los datos recabados provinieron de lotes de arándanos ubicados en tres sitios analizados: San Pedro (S 33º 43' - W 059º 41'), Concordia (S 31º 24' - W 058º 02') y Gualeguaychú (S 33º 01' - W 058º 31'). Las mediciones se realizaron sobre parcelas de la variedad “O’Neal”, con por lo menos 6 meses previos sin aplicación de fungicidas.

Para realizar las mediciones se eligieron 4 hileras de plantas y la severidad se midió en las 2 centrales, marcando un total de 20 plantas. En cada una de ellas se seleccionaron dos ramas, una interna y otra externa contándose en los 15 cm superiores el número de hojas. Sobre todas las hojas del sector seleccionado, se midió la severidad utilizando la mencionada escala. También se contó el número total de ramas por planta. Los evaluadores fueron entrenados previamente a la evaluación. Paralelamente se tomaron muestras de hojas con presencia de síntomas idénticos a los evaluados, de plantas cercanas a las mismas, a efectos de determinar en laboratorio la presencia de microorganismos asociados a los síntomas evaluados. Las mismas fueron procesadas a través de técnicas fitopatológicas de rutina.

4.1.2.3. Organización y procesamiento de datos de severidad

Se consideró pertinente, sólo la presentación de los datos de severidad organizados en hojas de cálculo (Anexo 2, Cuadros 16 a 44). Sus columnas, de izquierda a derecha, exhiben rótulos como el número otorgado a cada una de las 20 plantas sometidas a mediciones en las 2 hileras centrales de las 4

consideradas (Nº planta), el número total de ramas por planta (Nº Ramas/Planta), la rama externa e interna (Nº Rama), en cuyos 15 cm superiores fueron contabilizadas la totalidad de hojas (Nº Hojas/Rama). Finalmente se clasificó la totalidad de hojas contabilizadas por rama según el porcentaje de daño (Nº Hojas Enfermas-Escala Arándanos) (Cuadro 10). Cada una de dichas hojas, con la organización mencionada, fue utilizada para cada fecha de registro y sitio en cuestión, vale decir 10 planillas por sitio (dos campañas), con 20 registros de severidad por cada una, lo que hace un total de 200 registros de severidad por sitio (600 para los tres sitios).

Cuadro 10: Hoja de cálculo preparada para el registro y colecta de datos de severidad.

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)							
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)
		1 (Externa)									
		2 (Interna)									
		1 (Externa)									
		2 (Interna)									
		1 (Externa)									
		2 (Interna)									

Con relación al procesamiento de los datos recabados para cada fecha de registro y sitio analizado, se realizaron una serie de cálculos que permitieron arribar a un único valor de severidad promedio, representativo de las 20 mediciones realizadas. Dichos cálculos fueron los siguientes:

1) La cantidad de hojas contabilizadas para cada grado de la escala (1 a 8), se multiplicaron por el porcentaje de daño que corresponde al grado pertinente y su resultado se dividió por el número de hojas por rama. De esta operación surgen 8 resultados, uno por cada grado de la escala. Los cálculos mencionados se desarrollaron para la rama externa de una determinada planta.
2) Ídem al caso anterior, aunque para la rama interna de la misma planta.
3) Los 8 resultados obtenidos, según la descripción del ítem 1) se sumaron, lo cual permitió arribar a la severidad de la rama externa de una determinada planta.
4) Ídem al caso anterior, pero para la rama interna de la misma planta.

5) La suma de los resultados descriptos en los puntos 3) y 4) y su posterior multiplicación por el número total de ramas de la planta en cuestión, permitió obtener la severidad por planta.
6) El cociente entre el total obtenido de la suma de la severidad por planta correspondiente a las 20 mediciones y el total de ramas por planta correspondiente también a las mediciones, permitió obtener un valor promedio de severidad representativo de las 20 mediciones, para la fecha de registro pertinente y sitio analizado.

En base a los cálculos descriptos, se obtuvieron 30 datos de severidad (10 por cada sitio) al cabo de dos campañas (2008/09 y 2009/10).

4.1.3. Registros meteorológicos

En el estudio de la relación ambiente/enfermedad, se deben identificar las variables meteorológicas claves asociadas a la epidemia y el lapso en el cual aquellas son procesadas. En esta tesis, las variables ambientales fueron calculadas a partir de elementos meteorológicos de paso diario, registrados en estaciones meteorológicas convencionales del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estos registros meteorológicos diarios están disponibles en el Instituto de Clima y Agua (CIRN/INTA Castelar), en soporte magnético, desde el año 1971 a la fecha (Anexo 2, Figura 39). En la Figura 40 del Anexo 2, se detallan las sentencias de programación (lenguaje SAS) que permitieron la lectura de registros diarios de dichos elementos meteorológicos.

4.1.3.1. Análisis preliminar de las curvas de progreso epidémico 2008/09 en relación a las condiciones ambientales

Para identificar cuáles elementos meteorológicos utilizar, como modo de cuantificar el efecto del ambiente sobre la enfermedad, se tuvieron en cuenta las condiciones predisponentes que favorecen el desarrollo del patógeno [Rivera *et al*., 2009]. A su vez, a partir de los datos de severidad recolectados durante la campaña 2008/09 y la información meteorológica que a continuación se detalla, se realizó un análisis exploratorio que sirvió para el posterior estudio de las curvas epidémicas y su relación con las variables meteorológicas construidas, predisponentes de la enfermedad. De esta forma, se intentó explicar las diferencias de la evolución de la enfermedad por sitio en el lapso noviembre de 2008 a marzo de 2009.

Se tuvieron en cuenta los valores diarios de temperatura máxima y mínima, precipitación y humedad relativa, esta última como promedio tridiurno de los registros a las 9, 15 y 21 hs, todos provenientes de las estaciones meteorológicas Concordia (SMN), Gualeguaychú (SMN) y San Pedro (INTA). Dichos valores fueron utilizados para calcular las anomalías de las variables meteorológicas a nivel mensual. Desde noviembre de 2008 a marzo de 2009, se calculó mensualmente el valor de Temperatura máxima media (Txm), Temperatura mínima media (Tnm), Número de días con registro de lluvia (Ndl), Precipitación acumulada (PrAc) y Número de períodos de un día con registro de precipitación >0,2 mm y humedad relativa >81% (Np1). Utilizando la serie de valores diarios de los elementos meteorológicos analizados para el lapso 1971/2007 (n=37) se calculó mensualmente, de noviembre a marzo, los valores mediana para las mismas variables meteorológicas mencionadas precedentemente. La anomalía meteorológica se calculó mediante la diferencia entre el valor mensual de la variable observada para la campaña analizada y la mediana de la variable.

El Cuadro 11 y la Figura 29, resumen los valores de severidad promedio para las fechas de observación de cada uno de los sitios analizados. San Pedro y Concordia mostraron tendencias similares aunque levemente desfasadas en el tiempo, y Gualeguaychú registró mayores valores de severidad en los primeros meses de observación. En este sitio, si bien la severidad fue menor en la segunda fecha de registro, las diferencias con la primera no resultaron estadísticamente significativas (t de Student apareada, valor p= 0,60).

Cuadro 11: Valores observados de severidad (%) de *Alternaria tenuissima* y fechas de registro en plantaciones de arándano de tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia.

SITIO	SAN PEDRO	GUALEGUAYCHÚ	CONCORDIA
Fecha	27/11/08	25/11/08	23/10/08
Severidad (%)	1,8356	10,4458	0,9685
Fecha	08/01/09	13/12/08	04/12/08
Severidad (%)	2,3759	8,9420	1,4413
Fecha	09/03/09	02/01/09	06/01/09
Severidad (%)	12,0847	12,2006	12,6547
Fecha	-	06/03/09	25/03/09
Severidad (%)	-	11,4145	9,5739

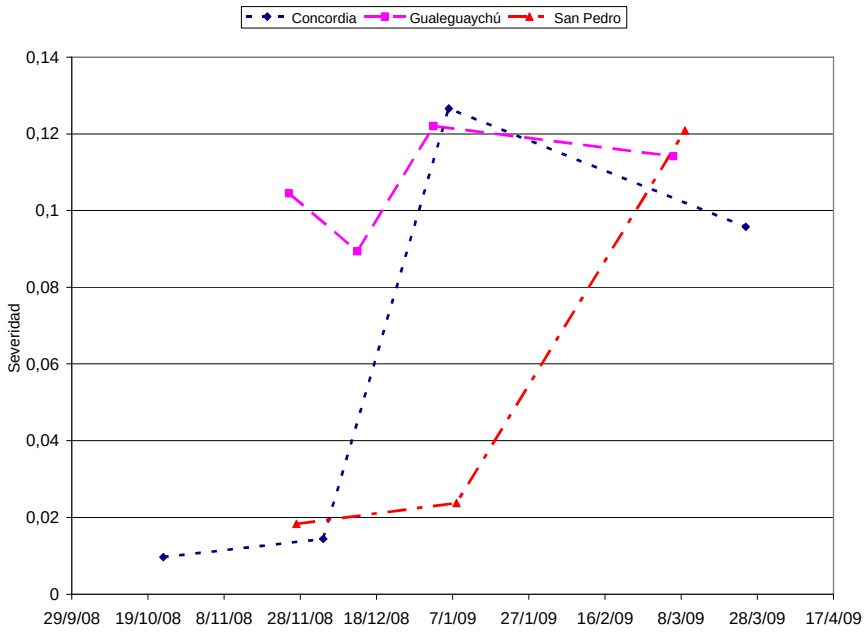

Figura 29: Curvas de severidad de *Alternaria sp.* y fechas de registro en plantaciones de arándano de tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia.

Las Figuras 30 y 31 indican las anomalías mensuales de las variables Temperatura máxima y mínima media (Txm, Tnm) analizadas para los tres sitios con observación de evolución de la epidemia.

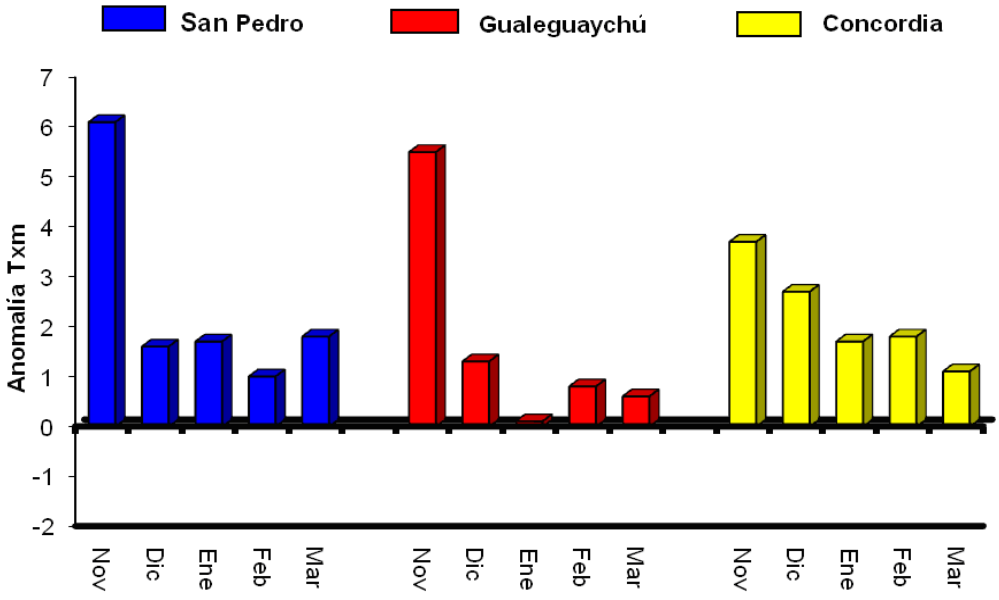

Figura 30: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre la Temperatura Máxima media (Txm) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia.

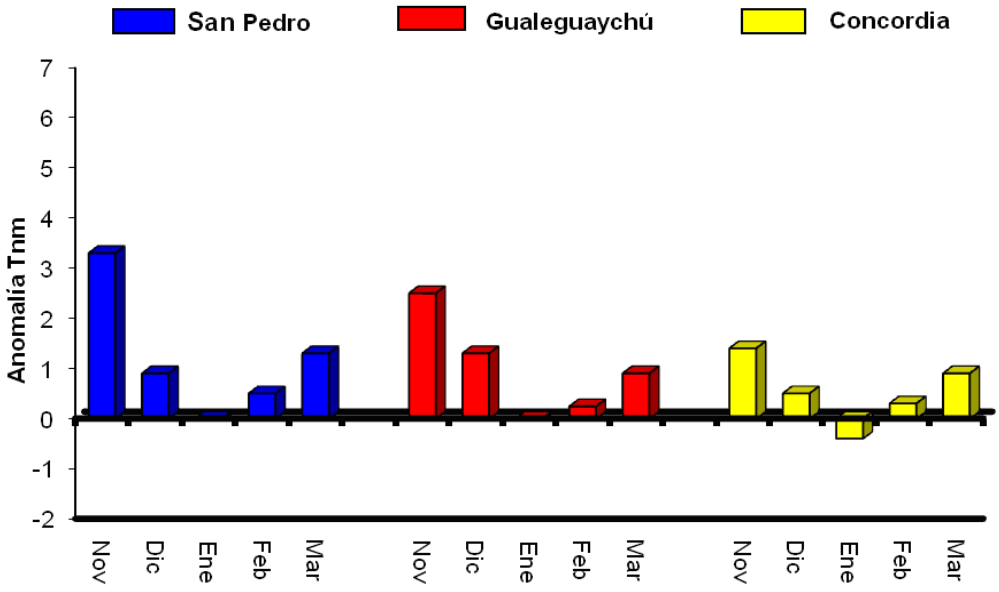

Figura 31: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre la Temperatura Mínima media (Tnm) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia.

Las Figuras 32, 33 y 34 indican las anomalías correspondientes a Precipitación acumulada (PrAc), Número de períodos de un día con registro de precipitación >0,2 mm y Humedad relativa >81% (Np1) y Número de días con registro de lluvia (Ndl), respectivamente.

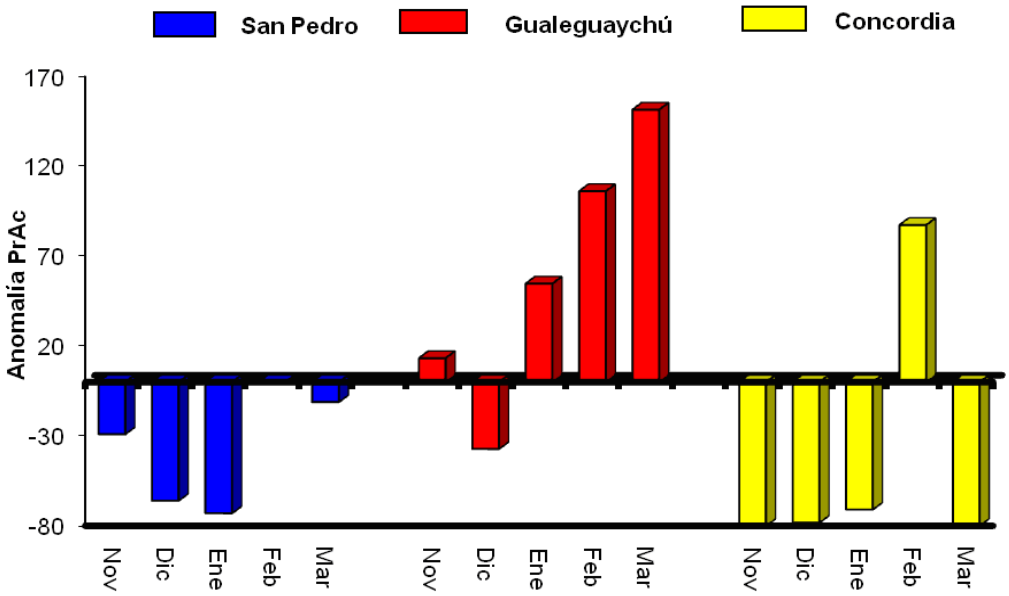

Figura 32: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre la Precipitación acumulada (PrAc) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia.

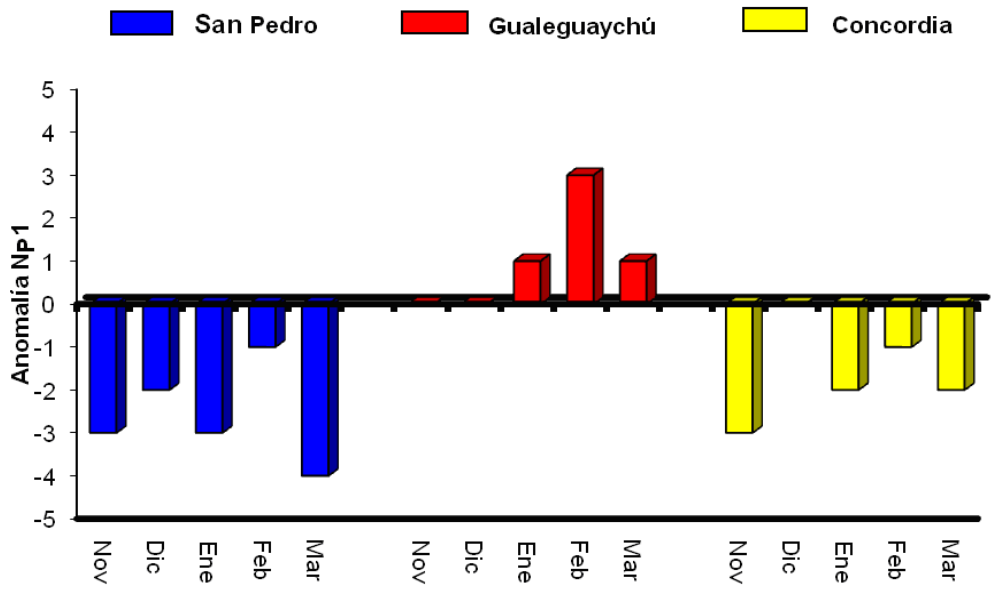

Figura 33: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre el Número de períodos de un día con registro de lluvia y humedad relativa diaria >81% (Np1) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia.

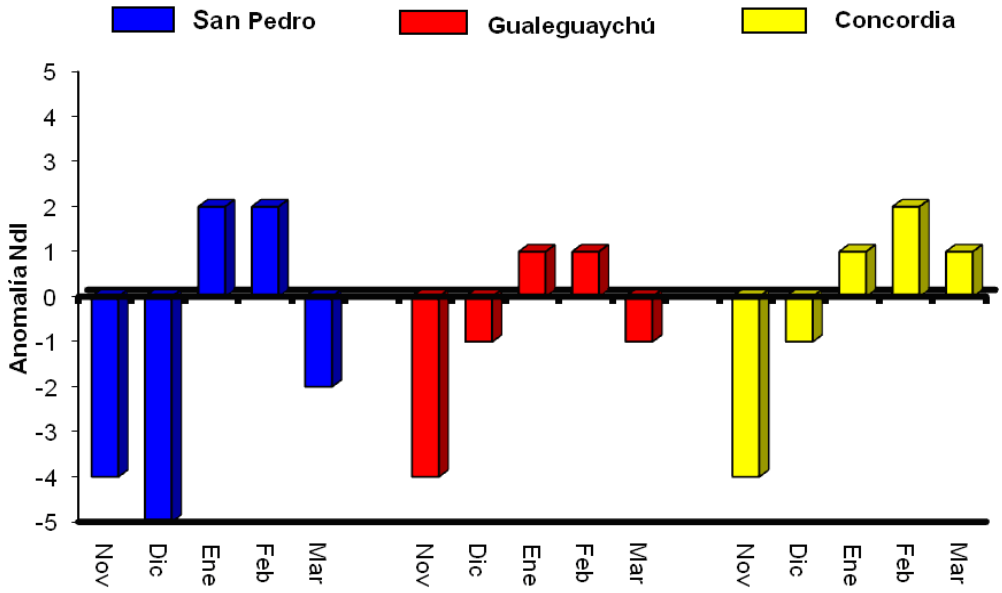

Figura 34: Diferencia mensual (anomalía: Nov-Dic 2008 a Mrazo 2009) entre el Número de días con registro de lluvia (Ndl) y la mediana de la variable (serie 1971-2007) para tres sitios: San Pedro, Gualeguaychú y Concordia.

El rápido inicio de la epidemia en Gualeguaychú (Noviembre), a diferencia de los otros dos sitios, se podría explicar por medio de las anomalías positivas o iguales a la mediana de las variables precipitación acumulada (PrAc) y número de períodos de un día con registro de lluvia >0,2 mm y humedad relativa diaria >81% (Np1) de Noviembre. La variable número de períodos de un día con registro de lluvia >0,2 mm y humedad relativa diaria >81% (Np1) simula la

ocurrencia de lapsos de mojado cercano a las 24 hs; al combinar la ocurrencia simultánea diaria de precipitación y altos valores humedad relativa (>81%). Como todos los patógenos fúngicos necrotróficos, *Alternaria sp*. necesita largos períodos de mojado para el proceso de infección [Fernández *et al*., 2005], los cuales pueden ser simulados con la variable Número de períodos de un día con registro de lluvia >0,2 mm y humedad relativa diaria >81% (Np1) descripta. La situación hídrica más favorable en Gualeguaychú, se mantiene en general para todo el período estival, diferenciándose de San Pedro y Concordia.

San Pedro es el único sitio que no presenta incrementos en los niveles epidémicos hacia principios de Enero. Esto se podría deber a las fuertes anomalías negativas en Noviembre y Diciembre, para todas las variables hídricas analizadas (número de días con registro de lluvia, precipitación acumulada, número de períodos de un día con registro de lluvia >0,2 mm y humedad relativa diaria >81%) (Ndl, PrAc, Np1). Las anomalías de estas variables hídricas en Febrero se tornan levemente negativas o en equilibrio con la mediana, explicando el mayor valor de severidad de principios de Marzo.

En Concordia se podría comprender el incremento en los valores de severidad de principios de Enero en base a la variable Número de períodos de un día con registro de lluvia >0,2 mm y humedad relativa diaria >81% (Np1) de Diciembre, la cual alcanza valores similares a la mediana de la serie histórica.

Todos los sitios analizados se caracterizaron por observar anomalías térmicas positivas, tanto para la máxima como mínima, siendo dichas anomalías muy severas en Noviembre. En Enero las anomalías de Temperatura máxima se equilibran con la mediana o se hacen levemente negativas en Concordia.

4.2. Modelado de datos epidemiológicos con base meteorológica

4.2.1. Introducción

La ocurrencia, desarrollo y dispersión de enfermedades de cultivos, depende de los efectos integrados del patógeno, hospedante y condiciones ambientales (Figura 25). El productor puede implementar una serie de prácticas de manejo que modifican este sistema interactivo, con el objeto de reducir las pérdidas atribuidas a enfermedades y de esta forma incrementar los rendimientos de los cultivos, bajo el marco de sustentabilidad exigible a los sistemas productivos.

Para apoyar al manejo táctico y estratégico de enfermedades de cultivos, muchos esfuerzos de investigación se concentran en el desarrollo de modelos que simulan el progreso epidémico y/o el nivel final de enfermedad, basados en algunos o todos los factores que expresan la enfermedad (patógeno, hospedante, ambiente). Dichos modelos se desarrollan analizando información observada de las enfermedades y meteorológica del pasado reciente. Se trata de explicar la variación de la enfermedad a través de variables meteorológicas que captan la variabilidad del clima regional, en un intervalo temporal de corta duración.

Esta metodología responde a los sistemas de pronóstico empíricos o deductivos, muchos de los cuales son de gran utilidad y funcionales (datos actuales e históricos de registros de enfermedad y condiciones ambientales de un sitio dado). Esto resulta en la formulación de reglas que deben cumplirse antes que se produzca el desarrollo de la enfermedad, como las establecidas para el tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) [Hyre, 1954]. Coakley [1988] sugiere un mínimo de 8 a 12 años de observaciones de enfermedad para identificar con certeza los factores climáticos asociados. Si esto no fuera posible, se podría utilizar información meteorológica y de la enfermedad de varios sitios pertenecientes a una región geográfica, de manera de obtener variabilidad. En este sentido, Del Ponte *et al*. [2006] mediante técnicas de regresión lineal múltiple, ajustaron modelos basados en variables hídricas para predecir la severidad final de la roya asiática de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*). Para ello, utilizaron datos de severidad (%) de sólo 3 campañas, pero de 34 experimentos de campo, en 21 sitios de Brasil. Moschini *et al*. [2006] utilizaron observaciones de incidencia de escudete negro (*Alternaria alternata* y *Bipolaris sorokiniana*) en trigo fideo, de 5 sitios y 3 campañas, para ajustar modelos predictivos de regresión lineal múltiple y logística basados en 2 variables meteorológicas.

Para el desarrollo de esta sección de la tesis, se dispuso de observaciones de severidad de *Alternaria tenuissima* en arándano, las cuales trataron de representar su progreso epidémico durante los ciclos de crecimiento 2008/09 y 2009/10, en tres sitios geográficos (Concordia, Gualeguaychú y San Pedro). Si se hubiesen usado los valores máximos de severidad de cada ciclo de crecimiento, sólo se hubiese dispuesto de seis observaciones (3 sitios x 2 ciclos). Este número de observaciones es considerado insuficiente para establecer, a través de técnicas de regresión, la relación cuantitativa

ambiente/enfermedad. Por ello se pensó entonces en otra técnica de análisis que incluyera todas las observaciones disponibles de severidad de *Alternaria tenuissima* (n=29) a lo largo de los ciclos de crecimiento de arándano. En este marco, debido al excesivo e irregular espaciamiento temporal entre observaciones de la enfermedad, se consideró impreciso el proceso de identificación de variables ambientales relacionadas a las tasas diarias de incremento epidémico, calculadas entre observaciones sucesivas de severidad. Con las restricciones descriptas, los objetivos definidos en esta sección de la tesis fueron los siguientes:

1. Ajustar modelos linealizados (Logístico y Gompertz) a los datos de severidad observados por ciclo y sitio. A partir de las curvas epidémicas seleccionadas se estimó la severidad y la tasa de incremento epidémico diario a intervalos fijos.
2. Desarrollar modelos empíricos mediante técnicas de regresión logística, para estimar probabilidades de ocurrencia de distintos niveles de tasas de incremento epidémico (severidad) de *Alternaria tenuissima* en hojas de arándano, basados en el grado de senescencia foliar y en variables meteorológicas (simples e interactivas). Dichas variables regresoras fueron procesadas a intervalos fijos, previos a cada valor de la curva progreso epidémico seleccionada por ciclo y sitio.

Para evaluar la asociación entre las variables regresoras con la epidémica, se desarrolló un programa basado en el lenguaje de programación del software *Statistical Analysis System* (SAS), el cual se viene utilizando con regularidad desde el año 1988 por Ricardo Moschini [Moschini y Fortugno, 1996; Moschini *et al*., 1996; Moschini *et al*., 1999; Moschini y Perez, 1999; Moschini *et al*., 2001; Moschini *et al*., 2002; Moschini *et al*., 2004; Moschini *et al*., 2006; Moschini, 2007], para la obtención de modelos predictivos de enfermedades de cultivos basados en variables meteorológicas.

4.2.1.1. Modelos linealizados de ajuste a curvas de progreso epidémico

Mediante análisis de regresión lineal (procedimiento GLM del SAS) fue evaluada la bondad de ajuste de las formas linealizadas de los modelos Logístico (L) y Gompertz (G) [Campbell y Madden, 1990] a cada una de las 6 epidemias observadas (3 sitios y 2 campañas) (Cuadro 12).

Se analizaron para cada modelo el coeficiente de determinación (R^2) y la raíz cuadrada del error cuadrático (RECM). La variable dependiente en la regresión lineal fue para L=ln(sev/(1-sev)) y para G=-ln(-ln(sev)), siendo "ln" el logaritmo natural y "sev" la severidad observada de la enfermedad en proporción, para cada fecha. La variable independiente es el tiempo (d) expresado en días que van transcurriendo desde una fecha inicial. El inicio de cada ciclo epidémico en los años 2008 y 2009, para los 3 sitios, coincidió con la fecha en la cual se acumulan 170 grados día desde el 1 de julio (Tm base=12,5ºC). La temperatura media base es la utilizada para simular el desarrollo de las especies cítricas [Davies y Albrigo, 1994]. Estas fechas supuestas de inicio epidémico fueron previas a la primera observación de cada ciclo epidémico por sitio (San Pedro: 27/9/08 y 2/10/09, Concordia: 1/9/08 y 31/8/09, Gualeguaychú: 17/9/08 y 20/9/09).

Cuadro 12: Valores de severidad (en proporción y acumulado %) de *Alternaria tenuissima* observados en 6 ciclos epidémicos (3 sitios: Concordia, Gualeguaychú y San Pedro y 2 campañas).

Sitio San Pedro: Ciclo 2008/09				
Fecha Observada	Día Juliano	Severidad	Severidad Acumulada (%)	Día Epidemia
27/09/08	271	0,001	0,1	1
27/11/08	332	0,0184	1,84	62
08/01/09	8	0,0238	2,38	104
09/03/09	68	0,1208	12,08	133
Sitio San Pedro: Ciclo 2009/10				
Fecha Observada	Día Juliano	Severidad	Severidad Acumulada (%)	Día Epidemia
02/10/09	275	0,001	0,1	1
22/10/09	295	0,0066	0,66	21
03/12/09	337	0,0262	2,62	63
29/12/09	363	0,0590	5,90	89
03/02/10	34	0,0883	8,83	125
13/02/10	44	0,1056	10,56	135
17/04/10	107	0,1211	12,11	198
Sitio Concordia: Ciclo 2008/09				
Fecha Observada	Día Juliano	Severidad	Severidad Acumulada (%)	Día Epidemia
1/09/08	245	0,001	0,1	1
23/11/08	297	0,0097	0,97	53
04/12/08	339	0,0144	1,44	95
06/01/09	6	0,1265	12,65	122
25/03/09	84	0,0957	9,57	200

Sitio Concordia: Ciclo 2009/10				
Fecha Observada	Día Juliano	Severidad	Severidad Acumulada (%)	Día Epidemia
31/08/09	243	0,001	0,1	1
09/10/09	282	0,0088	0,88	40
16/11/09	320	0,0259	2,59	78
21/12/09	355	0,0461	4,61	113
28/01/10	28	0,0490	4,90	151
27/02/10	58	0,2814	28,14	181
27/03/10	86	0,2868	28,68	209
Sitio Gualeguaychú: Ciclo 2008/09				
Fecha Observada	Día Juliano	Severidad	Severidad Acumulada (%)	Día Epidemia
17/09/08	261	0,001	0,1	1
25/11/08	330	0,1045	10,45	70
13/12/08	348	0,0894	8,94	88
02/01/09	2	0,1220	12,20	108
06/03/09	65	0,1141	11,41	171
Sitio Gualeguaychú: Ciclo 2009/10				
Fecha Observada	Día Juliano	Severidad	Severidad Acumulada (%)	Día Epidemia
20/09/09	263	0,001	0,1	1
07/10/09	280	0,0726	7,26	18
03/12/09	337	0,0840	8,40	75
28/12/09	362	0,0731	7,31	100
18/02/10	49	0,096	9,60	152
20/03/10	79	0,1063	10,63	182
24/04/10	114	0,1442	14,42	217

En la Figura 42 del Anexo 3 se describen las sentencias de programación (lenguaje SAS) para ajustar modelos linealizados Logístico y Gompertz a los datos de severidad observados en el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia.

Resolviendo las siguientes ecuaciones se obtuvieron los valores de severidad (Sev) de cualquier día (d) en las curvas de progreso epidémico ajustadas:

Modelo L: Sev=1/(1+exp(-(intercepto+pendiente*d)))

Modelo G: Sev=exp(-exp(-intercepto)*exp(-pendiente*d))

A partir de los modelos de progreso epidémico seleccionados, se obtuvieron valores estimados de severidad a intervalos de 14 días (el día 1 es la fecha de inicio epidémico definido por sitio y año). La tasa de incremento epidémico diario (TId%) resultó de: $(Sev\%_{d}–Sev\%_{d-1})/14$, siendo “d” el día que completa cada intervalo de 14 días, consecutivamente desde la fecha de inicio (el primer valor de TId% que se considera es el del día 15, desde el día inicial). En la Figura 43 del Anexo 3 se describen las sentencias de programación (lenguaje SAS) para obtener valores estimados de severidad cada 14 días y las TId%,

usando el modelo Logístico ajustado en el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia.

Para el siguiente paso de desarrollo de modelos de regresión logística (variables meteorológicas y senescencia) sólo se utilizaron las curvas simuladas de progreso epidémico que observaron valores de R^2>0,65 y RECM<1,1.

4.2.2. Desarrollo de modelos de regresión logística

4.2.2.1. Variable respuesta

Dicha variable se categorizó en Binaria (los valores de TId% de las curvas de progreso epidémico seleccionadas se categorizaron en función de un valor umbral en “severo” y “moderado a nulo”) y Ordinal (ídem al caso anterior, aunque basado en tres categorías epidémicas: “severa”, “moderada” y “ligera a nula”. Dichos umbrales correspondieron a percentiles de los valores simulados cada 14 días.

4.2.2.2. Variables regresoras

4.2.2.2.1. Variables meteorológicas

Las estaciones meteorológicas de San Pedro (INTA), Concordia (SMN) y Gualeguaychú (SMN), registraron diariamente la temperatura máxima (Tx: ºC), temperatura mínima (Tn: ºC), precipitación (Pr: mm) y humedad relativa (HR: promedio tridiurno). La temperatura media diaria (Tm) fue calculada como la semisuma de las temperaturas máxima y mínima. Basados en estos elementos se construyeron las siguientes variables meteorológicas: Simples e Interacciones (producto de 2 variables simples).

4.2.2.2.1.1. Simples

DTxnP: número de días con Tn>16ºC y Tx<36ºC.

DTnN: número de días con Tn<=umbral (rango: 12 a 18ºC).

DTxnN: número de días con Tn<=umbral (rango: 12 a 18ºC) o Tx>=umbral (rango: 32 a 36ºC).

TxM: temperatura máxima media.

TnM: temperatura mínima media.

FPr: días con registros de Pr>0,2 mm.

PrAc: acumulación de precipitaciones >0,2 mm.

DPrHR: número de días con registros de Pr>0,2 mm y HR>umbral (rango: 65 a 85%).

DPrHRT: número de días con registros de Pr>0,2 mm y HR>umbral (rango: 65 a 85%), en el rango térmico: Tx<36ºC y Tn>16ºC.

DHR: número de días con HR>umbral (rango: 65 a 85%).

4.2.2.2.1.2. Interacciones (producto de 2 variables simples)

It1=FPr*DTxnP

It2=FPr*TnM

It3=DPrHRT*FPr

It4= DPrHRT*TnM

4.2.2.2.2. Variable ligada al grado de senescencia foliar (Snc)

Toma valores de 1 a 4 de acuerdo al cuartil en el que se encuentra la observación respecto a la duración máxima de las curvas de progreso epidémico analizadas por sitio (198 días en San Pedro, 209 días en Concordia y 171 días en Gualeguaychú). Por ejemplo, si en Concordia se está a 141 días del inicio de la epidemia simulada: 141/209=0,67 o sea tercer cuartil: Snc=3.

4.2.2.3. Lapso de procesamiento de las variables

Las variables fueron procesadas en el lapso de 14 días previos a cada valor de TId%, a lo largo de cada curva de progreso epidémico. La Figura 44 del Anexo 3 detalla las sentencias de programación (lenguaje SAS) para calcular variables meteorológicas regresoras y factor senescencia a intervalos de 14 días en el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia.

4.2.2.4. Análisis estadístico

a) Se calcularon los coeficientes de correlación de Kendall (r_k) Tau-b (Proc Freq del SAS) [De Wolf *et al*., 2003] entre los niveles epidémicos (categorías de

acuerdo a TId%) y las variables meteorológicas descriptas (simples e interacciones) y el factor de senescencia (Snc). En la Figura 45 del Anexo 3 se describe la categorización ordinal, el cálculo de interacciones y la obtención de la correlación de Kendall (FPr).

b) Mediante la técnica de regresión logística se estimó la probabilidad de ocurrencia de cada categoría epidémica en base a una o varias de las variables regresoras analizadas (simples o como componente interactivo) [Johnson *et al*., 1996; Turechek y Stevenson, 1998; De Wolf *et al*., 2003; Troglia *et al*., 2004; Henderson *et al*., 2007; Moschini, 2007; Carmona *et al*., 2010]. Regla de decisión: se pronostica la categoría epidémica con una probabilidad asociada >=0,5 (binaria) o con la máxima probabilidad asociada de ocurrencia (ordinal). En la evaluación de los mejores modelos de respuesta binaria se toma en cuenta el valor crítico P (valor de probabilidad para clasificar una categoría epidémica como severa que logra la mayor precisión de predicción), que no necesariamente es el valor 0,5. El procedimiento Logistic del SAS, fija modelos de regresión paralelos para datos de respuesta ordinaria por medio del método de máxima verosimilitud, basado en la distribución de probabilidad acumulada de los niveles de respuesta. Una función logit (logaritmo natural de (Pr/1-Pr), siendo “Pr” la probabilidad acumulada de las categorías epidémicas) establece la unión entre el componente estocástico y las variables regresoras meteorológicas analizadas. Los supuestos requeridos por el análisis de regresión lineal paramétrico, no se exigen en la regresión logística. El método de selección de variables Stepwise del procedimiento Logistic, fue usado para obtener el modelo más apropiado, haciendo jugar las variables (simples e interactivas) descriptas y fijando distintos niveles de significancia para entrar y permanecer en el modelo (NSE y NSP respectivamente). En la Figura 46 del Anexo 3 se describen las sentencias de programación correspondientes (lenguaje SAS).

c) La precisión de la predicción se basó en el porcentaje de casos correctamente clasificados. Si en cada uno de los casos analizados se compara la categoría epidémica observada versus la predicha, con máxima probabilidad de ocurrencia por las ecuaciones logísticas desarrolladas, se puede calcular el porcentaje de casos correctamente clasificados.

4.2.3. Resultados y discusión

Sólo para San Pedro y Concordia, en ambos ciclos (2008/09 y 2009/10) y para Gualeguaychú en el ciclo 2008/09, se pudieron ajustar modelos linealizados Logístico y Gompertz con altos coeficientes de determinación y bajo error (Figuras 35, 36 37, 38, 39 y Cuadro 13). Se desechó para el desarrollo de modelos predictivos, la información epidémica de Gualeguaychú correspondiente al ciclo 2009/10. Para este sitio, en la epidemia correspondiente a dicho ciclo (2009/10), el mejor modelo fue Gompertz, aunque obtuvo valores de R^2 de sólo 0,54, los cuales se encuentran por debajo de los supuestos iniciales (R^2>0,65). En la Figura 47 del Anexo 3 se detalla la salida del ajuste del modelo Logístico a los datos observados de severidad en el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia.

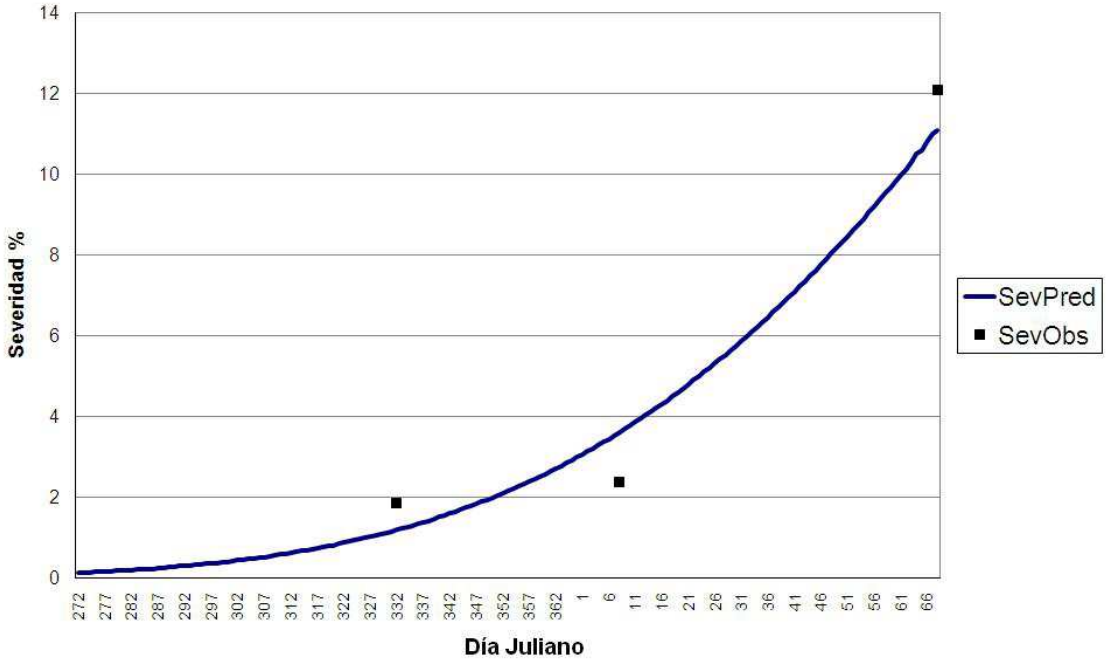

Figura 35: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico San Pedro 2008/09.

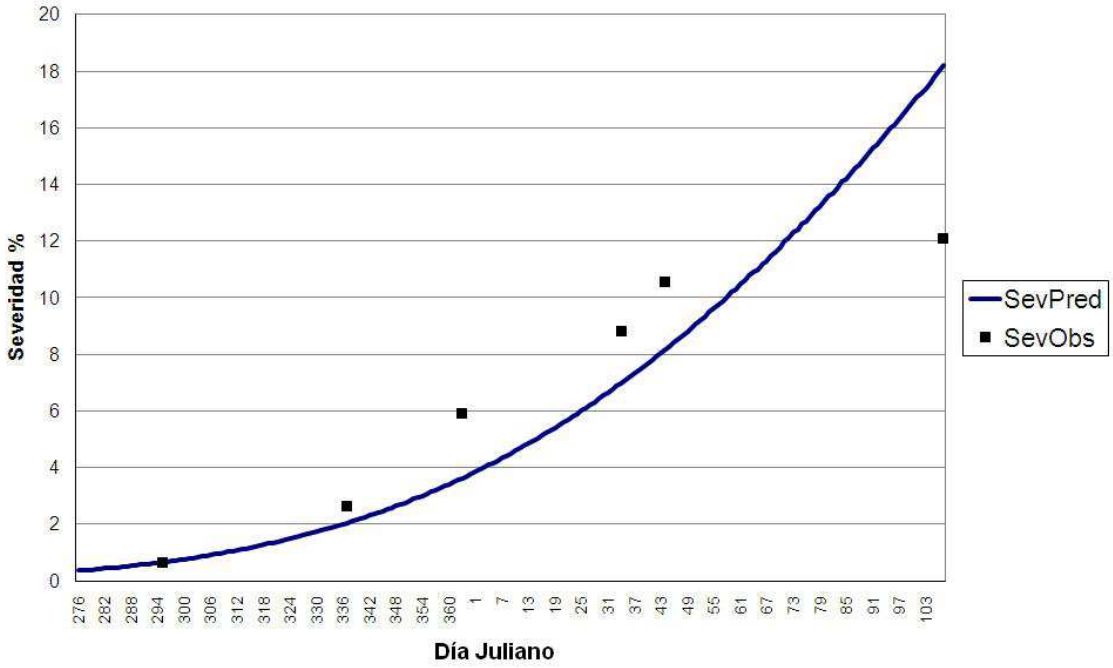

Figura 36: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico San Pedro 2009/10.

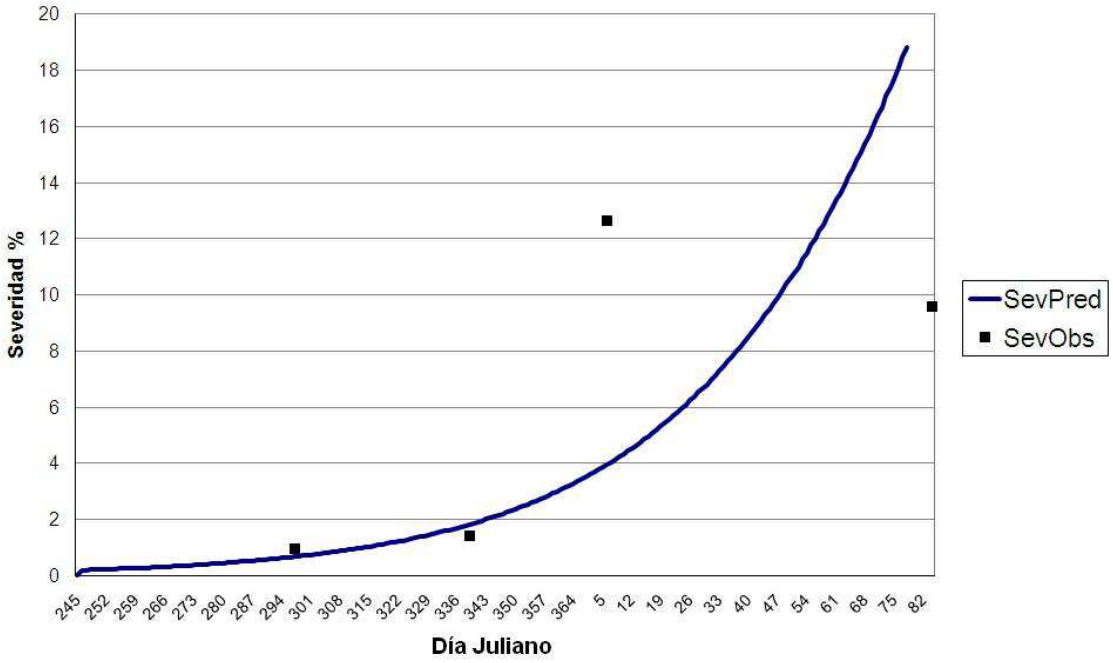

Figura 37: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico Concordia 2008/09.

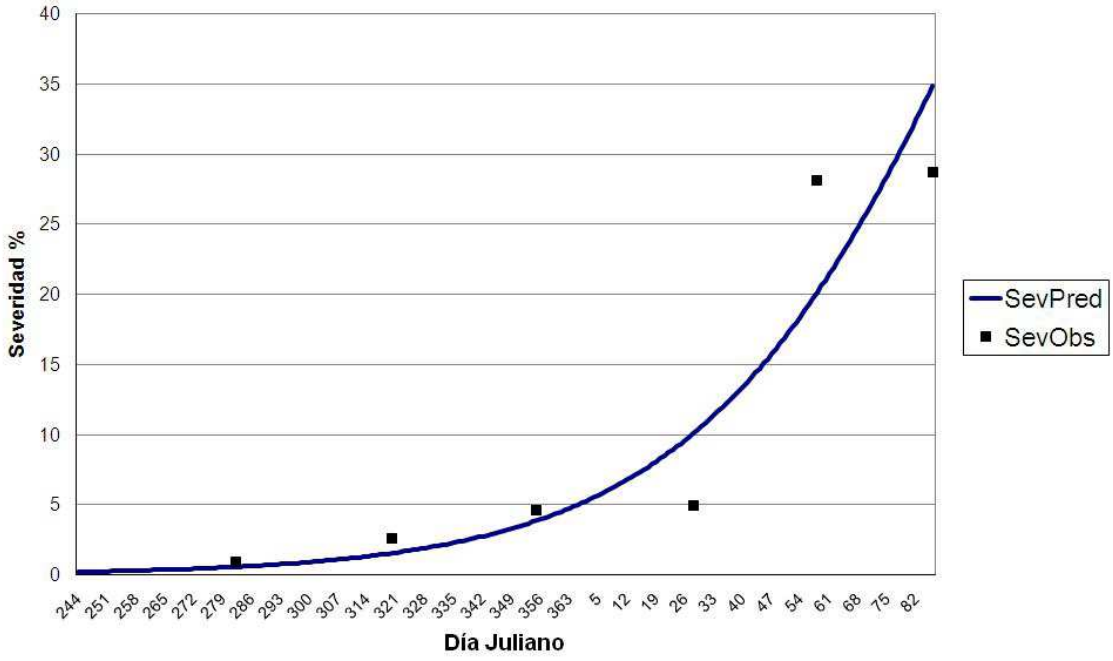

Figura 38: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico Concordia 2009/10.

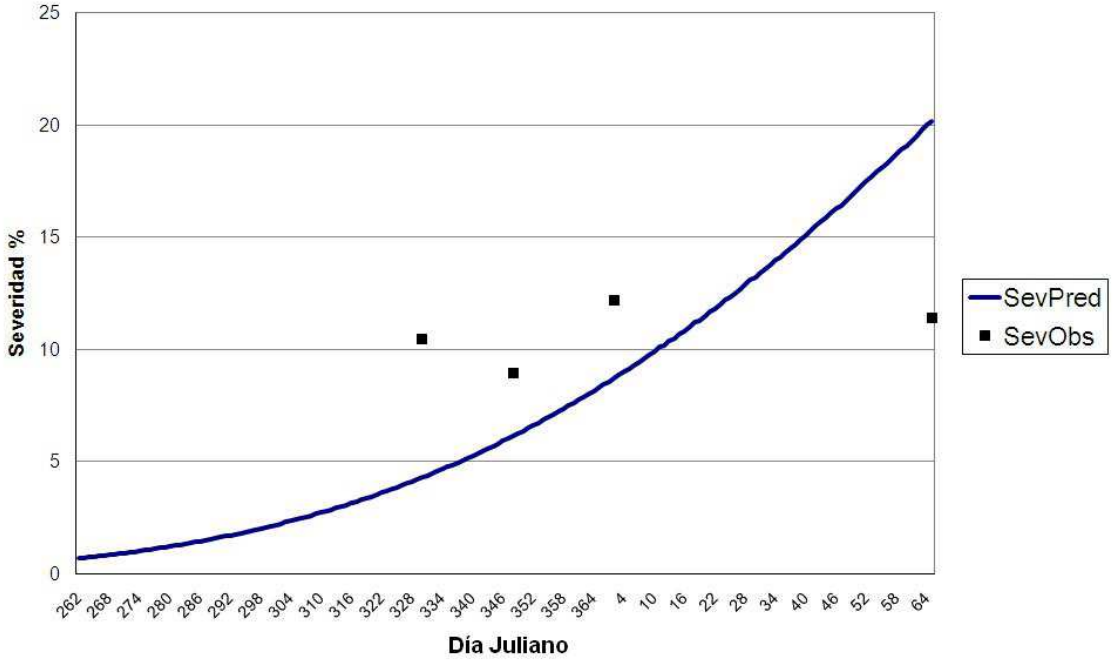

Figura 39: Severidad observada versus predicha para el ciclo epidémico Gualeguaychú 2008/09.

Los valores de TId% en función de umbrales, se categorizaron binariamente en severo (TId%>=0,077) y moderado a nulo (TId%<0,077) y ordinalmente en severo (TId%>=0,077), moderado (TId%<0,077 y >=0,038) y ligero a nulo (TId%<0,038), siendo 0,077 y 0,038 los percentiles 50 y 30% de los 65 valores de TId%.

Cuadro 13: Resumen estadístico del análisis de regresión lineal usado en la evaluación de modelos Logísticos (L) y Gompertz (G) de mejor ajuste, para describir las epidemias observadas en Concordia, San Pedro y Gualeguaychú (ciclo 2008/09). Resolviendo las siguientes ecuaciones se obtienen los valores de Severidad en proporción: SevL=1/(1+exp(-(-6,262+0,024*t))); SevL=1/(1+exp(-(-6,265+0,027*t))); SevG=exp(-exp(1,9184)*exp(-0,0069*t)); SevG=exp(-exp(1,7415)*exp(-0,0061*t)); SevG=exp(-exp(1,6156)*exp(-0,0067*t)). Dichas ecuaciones corresponden a Concordia y San Pedro (2008/09 y 2009/10) respectivamente y Gualeguaychú (2008/09).

Sitio	Año	Modelo	N	R^2	RECM	intercepto	Pendiente
Concordia	2008/09	L	5	0,80	1,04	-6,2619	0,0241
Concordia	2009/10	L	7	0,93	0,61	-6,265	0,0268
San Pedro	2008/09	G	5	0,96	0,12	-1,9184	0,0069
San Pedro	2009/10	G	7	0,89	0,16	-1,7415	0,0061
Gualeguaychú	2008/09	G	5	0,66	0,34	-1,6156	0,0067

Las correlaciones (r_k: coeficiente de Kendall Tau-b) entre los niveles de tasas de incremento epidémico, las variables meteorológicas y el factor de senescencia (Snc) analizadas, se presentan en el Cuadro 14. En la Figura 48 del Anexo 3 se detalla la salida del procedimiento SAS para obtener la correlación de Kendall para la variable FPr (ordinal).

Cuadro 14: Coeficientes de correlación de Kendall (r_k) Tau-b de variables meteorológicas (simples e interacciones) y del factor ligado a la senescencia foliar (Snc) en relación a los niveles de tasa de incremento epidémico diario (TId%) binarios (severo y ligero a nulo) y ordinales (severo, moderado y ligero a nulo). DTxnP: número de días con Tn>16ºC y Tx<36ºC, DTnN: número de días con Tn<=16ºC; DTxnN: número de días con Tn<=16ºC o Tx>=36ºC; TxM: temperatura máxima media; TnM: temperatura mínima media; FPr: días con registros de Pr>0,2 mm; PrAc: se acumulan las precipitaciones >0,2 mm; DPrHR: número de días con registros de Pr>0,2 mm y HR>65%; DPrHRT: número de días con registros de Pr>0,2 mm y HR> 65%, en el rango térmico: Tx<36ºC y Tn>16ºC; DHR: número de días con HR>65%; Interacciones: It1=FPr*DTxnP; It2=FPr*TnM; It3=DPrHRT*FPr; It4=DPrHRT*TnM; Snc: factor de senescencia: valores de 1 a 4 (primer a cuarto cuartil del ciclo epidémico).

Respuesta binaria		Respuesta ordinal	
Variables	r_k	Variables	r_k
Simples		*Simples*	
DTxnP	0,52	DTxnP	0,60
DTnN	-0,49	DTnN	-0,59
DTxnN	-0,52	DTxnN	-0,60
TxM	0,39	TxM	0,46
TnM	0,49	TnM	0,57
FPr	0,14	FPr	0,17
PrAc	0,18	PrAc	0,18
DPrHR	0,17	DPrHR	0,19
DPrHRT	0,36	DPrHRT	0,40
DHR	0,25	DHR	0,24
Interactivas		*Interactivas*	
It1	0,40	It1	0,49
It2	0,29	It2	0,34
It3	0,33	It3	0,37
It4	0,36	It4	0,41
Senescencia foliar		*Senescenca foliar*	
Snc	0,76	Snc	0,81

Las variables meteorológicas simples como DTnN (días con temperatura mínima<=16ºC), DTxnP (días con temperatura máxima <36ºC y temperatura mínima >16ºC), TnM (temperatura mínima media) y el factor de senescencia (Snc), alcanzaron los más altos coeficientes correlación de Kendall (r_K>0,49). Las variables simples asociadas a elementos meteorológicos de naturaleza continua, como las térmicas, presentaron las más elevadas correlaciones con los niveles de enfermedad. Variables ligadas a elementos discretos, como las relacionadas a la precipitación, tuvieron menor grado de asociación con las tasas de incremento epidémico. Ello puede explicarse dado que el primer lapso primaveral de las curvas de progreso simuladas por los modelos Logísticos y Gompertz, se caracterizó por observar un lento y uniforme ritmo de incremento. Esta situación se acopla perfectamente a la normal ocurrencia de días con temperaturas bajas (alto valor de DTnN: temperaturas <=16ºC) y hojas jóvenes (bajo factor de Snc). En cambio, en el verano, las pendientes de las curvas simuladas son muy elevadas, concordando con hojas de senescencia creciente (alto valor de Snc) y alta frecuencia de días con temperaturas entre 16 y 36ºC (alto valor de DTxnP). Las variables ligadas a elementos de ocurrencia esporádica y errática, como la precipitación, no realizaron aportes significativos como para explicar el comportamiento uniforme, característico de los dos subperíodos de la curva epidémica (bajos valores de r_K).

La alta correlación de las variables térmicas con la enfermedad, coincide con lo expresado por Milholland [1973], quien afirma que la temperatura es el principal factor meteorológico, aunque no el único, responsable de la infección y desarrollo de la enfermedad, no sólo a campo sino también in vitro, siendo la temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad 20ºC y para el crecimiento del hongo 28ºC. Dicha afirmación, compete a cultivos de arándano alto en el estado de Carolina del Norte. Rivera *et al*. [2009] señalaron que la mancha foliar es una enfermedad prevalente en tejidos senescentes viejos, justificando la correlación positiva encontrada en el presente estudio entre Snc y los niveles de incremento epidémico diario.

Mediante el procedimiento Logistic del SAS, se ajustaron diferentes modelos de respuesta binaria y ordinal (Cuadro 15). Las mayores precisiones de predicción se lograron con modelos de respuesta binaria. El modelo I fue el que logró la mayor precisión de predicción, cuando sólo se analizaron variables estrictamente meteorológicas como DTxnP. El modelo II, que sólo incluyó al factor de senescencia (Snc), clasificó correctamente 61 de las 65

observaciones de tasas de incremento epidémico diario (93,8%). Esta precisión de predicción sólo fue superada por el modelo III, que integró, además del factor de senescencia (Snc), a las variables meteorológicas simples “DTnN” y “DPrHR” y al componente interactivo surgido del producto entre “DPrHRT*TnM” (95,4%).

Respecto a los modelos de respuesta ordinal, gradualmente los univariados a bivariados (modelos IV a VI), fueron mejorando la precisión de predicción desde 70,8% a 86,2%. Analizando sólo variables meteorológicas (simples e interacciones), el mejor modelo fue aquel que incluyó a DTxnP (modelo IV, P=0,47), logrando clasificar correctamente 46 de las 65 tasas de incremento epidémico. Se destacó el modelo univariado V, que sólo integró al factor de senescencia “Snc”, clasificando correctamente 54 casos de 65. El modelo VI que integra a “Snc” y a la interacción entre “FPr*DTxnP”, predijo erróneamente sólo 9 casos de los 65 analizados (P=0,45). Los modelos II (Anexo 3, Figura 49) y V fueron seleccionados por el método Stepwise (0,05 para NSE y NSP) cuando se hicieron intervenir todas las variables meteorológicas (simples e interactivas) y el factor Snc. En la Figura 50 del Anexo 3 se detalla la salida del programa SAS, que describe la tabla de contingencia correspondiente al modelo Logístico de respuesta binaria II.

A través de los resultados de estos modelos fue posible explicar y cuantificar el lento progreso epidémico (observado y simulado) de las manchas foliares en la primavera (tiempo fresco y hojas jóvenes). Para este subperíodo, los modelos estimaron frecuentemente valores muy altos de probabilidad de tasas de incremento leves a nulas. Concordando con las elevadas pendientes de la curva de progreso epidémico estival (hojas de senescencia creciente y tiempo templado a cálido), las salidas de los modelos estimaron dominantemente para este lapso, valores altos de probabilidad de ocurrencia de tasas de incremento epidémico severas.

Cuadro 15: Modelos logísticos para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada categoría de nivel de tasa de incremento epidémico diario (TId%): Binaria: severa (S) y moderada a nula (M); Ordinal: severa (S), moderada (M) y ligera a nula (L), en base a variables meteorológicas simples e interacciones y a un factor de senescencia foliar (Snc). *LogitPrS=ln(PrS/1-PrS); LogitPrMac=ln(PrMac/1-PrMac). Resolviendo las expresiones Exp(LogitPrS)/(1+Exp(LogitPrS)) y Exp(LogitPrMac)/(1+Exp(LogitPrMac)) se obtienen los valores de PrS (probabilidad de observar un nivel de TId% severo (S)) y PrMac (probabilidad acumulada de ocurrencia de un nivel de TId%=> a la categoría moderada (M)). "ln" es el logaritmo natural. PrM=PrMac-PrS. PrL=1-(PrS+PrM) siendo "PrL" la probabilidad de observar un nivel de incremento epidémico ligero a nulo (L). DTxnP: número de días con Tn>16ºC y Tx<36ºC; DTnN: número de días con Tn<=16ºC; DPrHR: número de días con registros de Pr>0,2 mm y HR>65%; DPrHRT: número de días con registros de Pr>0,2 mm y HR> 65%, en el rango térmico: Tx<36ºC y Tn>16ºC; FPr: días con registros de Pr>0,2 mm; Interacciones: It1=FPr*DTxnP; It4=DPrHRT*TnM Snc: factor de senescencia: valores de 1 a 4 (primer a cuarto cuartil del ciclo epidémico).

Modelo	Ecuaciones del Modelo*	Precisión (%)
	Respuesta Binaria	
I	LogitPrS= - 3,4412 + 0,4172*DTxnP	78,5
II	LogitPrS= - 10,8126 + 4,2892*Snc	93,8
III	LogitPrS= -14,2559+4,7867*Snc+0,2043*It4+0,3672*DTnN-3,1527*DPrHR	95,4
	Respuesta Ordinal	
IV	LogitPrS= - 4,1985 + 0,4955*DTxnP LogitPrMac= - 2,5761 + 0,4955*DTxnP	70,8
V	LogitPrS= - 11,6675 + 4,6174*Snc LogitPrMac= - 8,6741 + 4,6174*Snc	83,1
VI	LogitPrS= -12,8144 + 4,5697*Snc + 0,0338*It1 LogitPrMac= - 9,4060 + 4,5697*Snc + 0,0338*It1	86,2

5. CONCLUSIONES GENERALES

Uno de los objetivos no enunciados, por considerarse implícito en este trabajo, es el que se relaciona con la construcción del objeto de estudio, cuyo cumplimiento ha dado cuenta de la relación existente entre las disciplinas informática y fitopatología, indicando desde cuando data dicha relación y clasificando las aplicaciones de la primera sobre la segunda en generales y específicas.

Permitió realizar también un detallado análisis de los mercados comerciales del arándano de Estados Unidos y Argentina, tanto a nivel histórico como actual, además de una breve mención de sus propiedades medicinales y principales características de su cultivo.

A su vez, se describieron las principales enfermedades que lo afectan en Argentina y el mundo, su distribución y los síntomas ocasionados, tanto a nivel de cultivo como durante la poscosecha. Se pudo concluir que, en orden de importancia, son dos (*Alternaria tenuissima*, *Botrytis cinerea*) los patógenos responsables de la disminución del rendimiento y la pérdida de calidad de los frutos, ocasionando en este último caso, porcentajes importantes de rechazo al momento de la llegada a destino, de las exportaciones Argentinas.

Por último, se hizo mención al modelado de sistemas biológicos, su complejidad y diferentes metodologías existentes para su abordamiento, como primera aproximación al desarrollo de modelos predictivos, objeto de esta tesis. Se enmarcan también aquí, los más importantes antecedentes relacionados con dicho desarrollo.

El cumplimiento del primero de los objetivos específicos, relacionado con la colecta de datos de severidad, correspondientes al patógeno (*Alternaria tenuissima*) considerado más importante, de los dos identificados, en cuanto a daños ocasionados al cultivo y deterioro poscosecha, se logró a partir de una evaluación previa de métodos posibles entre el análisis visual y la captura digital.

La posterior organización, sistematización y procesamiento de los mismos, junto a los elementos meteorológicos identificados como más importantes, a partir de los cuales fueron construidas las variables meteorológicas, en la

predisposición al desarrollo de la enfermedad y su disponibilidad a partir de las estaciones meteorológicas destinadas a su registro, en cada uno de los tres sitios considerados (Concordia, Gualeguaychú, San Pedro), permitió dar curso al segundo objetivo específico.

Este último, consistió en la formulación de una serie de reglas, las que incluidas en un programa desarrollado sobre la base de un lenguaje de programación (Statistical Analysis System), permitió realizar distintas simulaciones hasta arribar a los modelos predictivos preliminares obtenidos, con precisiones de predicción entre 78,5% y 95,4% para los modelos de respuesta binaria y 70,8% y 86,2% para los modelos de respuesta ordinal.

Evidentemente, ambos objetivos específicos remiten al cumplimiento del objetivo general.

5.1. Aportes del presente trabajo

Sin lugar a dudas, la principal contribución de esta investigación es la construcción de verdaderos modelos de conocimiento, en los cuales confluyen básicamente tres disciplinas: la informática, la fitopatología y la agrometeorología.

Su aplicación práctica, una vez que hayan sido sólidamente validados, consistirá en determinar el momento adecuado para la aplicación preventiva de fungicidas, como parte de un sistema de manejo de la enfermedad, ayudando de esta manera a la toma de decisiones de quienes dedican sus esfuerzos a la producción de alimentos.

Asimismo se promueve el uso de dicha metodología, factible de replicar, mediante cuidadosas adaptaciones, en cultivos no tradicionales, con miras al desarrollo de un manejo integrado de enfermedades de las plantas. Constituye este el primer aporte para el desarrollo de modelos predictivos de enfermedades en cultivos intensivos en la Argentina.

También se observó una gran demanda de recursos humanos, que a través del desarrollo de la tesis fueron entrenados y capacitados.

5.2. Futuro de la línea de investigación

Esta investigación se inicia como parte del proyecto UBACyT, de la programación científica 2007/11 (*Identificación y manejo de enfermedades y malezas en cultivos para frutas finas* - G026), con base de sustentación en la información obtenida a partir del proyecto anterior (*Etiología de los problemas fitosanitarios en la producción de frutas finas en distintas zonas de la Argentina*. *Su relación con el manejo de los cultivos* - G108), correspondiente a la programación científica 2004/07.

Hasta aquí, los resultados comunicados en esta tesis, sin embargo, la continuidad de la investigación tiene que ver con la colecta de datos de severidad, de la enfermedad en cuestión y en cada uno de los tres sitios analizados, durante al menos una campaña más (2010/11), con el objeto de contar con una mayor cantidad de datos, que permitan el ajuste y validación de los modelos predictivos desarrollados, como parte de un sistema de pronóstico que permita la representación de los resultados (mapas), así como también su difusión (Internet).

Para ello, se presentó un nuevo proyecto UBACyT, de la programación científica 2011/14, denominado *Identificación y manejo de enfermedades en cultivos para frutas finas*, el cual se encuentra en evaluación e incluye la elaboración de un prototipo de funcionamiento manual o automático, con acceso a través de la Web, que pueda ser utilizado como sistema de predicción de futuras epidemias.

6. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

AGRIOS, G.N. [2005]. Plant Pathology. 3ª Ed. Academic Press. 922p.

AHMAD, I.S.; REID, J.F.; PAULSEN, M.R. y SINCLAIR, J.B. [1999]. Color clasifier for symptomatic soybean seeds using image procesing. Plant Disease. 83(4):320-327.

ANDRADE-PIEDRA, J.L.; FORBES, G.A.; SHTIENBERG, D.; GRÜNWALD, N.J. y CHACÓN, M.G. [2005-a]. Qualification of a plant disease simulation model: performance of the LATEBLIGHT model across a broad range of environments. Phytopathology. 95:1412-1422.

ANDRADE-PIEDRA, J.L.; HIJMANS, R.J.; JUÁREZ, H.S.; FORBES, G.A.; SHTIENBERG, D. y FRY, W.E. [2005-b]. Simulation of potato late blight in the Andes. II: validation of the LATEBLIGHT model. Phytopathology. 95:1200-1208.

AUDSLEY, E.; MILNE, A. y PAVELEY, N. [2005]. A foliar disease model for use in wheat disease management decision support systems. Annals Applied Biology. 147:161-172.

BARRÓN, E.L. y VILELLA, F. [1997]. Requerimientos climáticos del arándano para la predicción del momento de cosecha. FAUBA. Trabajo de intensificación para optar por el título de Ing. Agr.

BATISTA, D.C.; LIMA, M.A.; HADDAD, F.; MAFFIA, L.A. y MIZUBUTI, E.S.G. [2006]. Validation of decision support systems for tomato early blight and potato late blight, under Brazilian conditions. Crop Protection. 25:664-670.

BECKER, W. F. [2010]. Validação dos sistemas de alerta Machardy e Colpam 40 para previsão da requeima do tomateiro. Em: Caçador, S.C. Summa Phytopathology. 36(3):210-215.

BERGER, R.D. [1989]. Description and application of some general models for plant disease epidemias. Plant Disease Epidemiology. 2:125-149.

BERHONGARAY, S.A. y VILELLA, F. [1998]. Bases par el estudio de rendimiento, momento de cosecha y calidad de fruto en variedades de arándano Southern Highbush en Baradero, Pcia. Bs. As. FAUBA. Trabajo de intensificación para optar por el título de Ing. Agr.

BERRIE, A.M. y XU, X.M. [2003]. Managing apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) using Adem. Int. J. Pest Management. 49:243-249.

BILLING, E. [1996]. BIS95, an improved approach to fireblight risk assessment. Acta Horticulturae. 411:121-126.

BLAISE, P. [1998]. Keeping track of where pathogens are: geographic information systems. In: Bridge, P; Jeffries, P.; Morse, D.R. y Scott, P.R. (Eds). Information technology, plant pathology and biodiversity. CAB International, New York. 103-115.

BLANACHETTE, R.A. [1982]. New technique to measure tree defect using an image analyzer. Plant Disease. 66:394-397.

BLAND, J.M. [2005]. The half-normal distribution method for measurement error: two case studies. http://wwwusers.york.ac.uk/~mb55/talks/halfnor.pdf.

BLAND, J.M. y ALTMAN, D.G. [1986]. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet I 307-310.

BOOTE, K.J.; JONES, J.W. y PICKERING, N.B. [1996]. Potential uses and limitations of crop models. Agronomy Journal 88:704-716.

BRIDGE, P.; JEFFREYS, P.; MORSE, D.R. y SCOTT, P.R. [1997]. Information technology. Plant Pathology and Biodiversity. Wallingford, UK. 213-220.

BRISTOW, P.R. y MILHOLLAND, R.D. [1995]. Botrytis blight. P. 8-9. In: Caruso, F.L.; Ramsdell, D.C. Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases. APS Press. St. Paul. Minnesota. USA.

BROOME, J.C.; ENGLISH, J.T.; MAROIS, J.J.; LATORRE, B.A. y AVILES, J.C. [1995]. Development of an infection model for Botrytis bunch rot of grapes based on wetness duration and temperature. Phytopathology. 85:97-102.

BUZETA, A. [1997]. Chile: Berries para el 2000. Santiago. Fundación Chile. 133p.

CADLE-DAVIDSON, L. y BERGSTROM, G.C. [2004]. The effects of postplanting environment on the incidence of soilborne viral diseases in winter cereals. Phytopathology. 94:527-534.

CAMPBELL, C.L. y MADDEN, L.V. [1990]. Introduction to plant disease epidemiology. Wiley, New York. 532p.

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A. y GODOY, C.V. [2001]. SASMAgri. Sistema para análise e separação de médias e experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação. 1(2):18-24.

CANTERI, M.G.; GIGLIOTI, E.A; VIRGENS FILHO, J.S.; VAZ, M.S.M.G.; FOLTRAN jr, D.C. y ROCHA, J.C.F. [1999]. Tecnologia da informação aplicada à fitopatología. In: II Congreso da SBI-Agro, Anais, Campinas.

CANTERI, M.G., GODOY, C.V., DEL PONTE, E.M., FERNANDES, J.M.C. y PAVAN, W. [2004]. Aplicações da computação na fitopatologia. Revisão Anual de Patologia de Plantas. 12:243-285.

CARMONA, M.; MOSCHINI, R.; CAZENAVE, G. y SAUTUA, F. [2010]. Relación entre la precipitación registrada en estados reproductivos de la soja y la severidad de *Septoria glycines* y *Cercospora kikuchii*. Tropical Plant Pathology. 35(2): 71-78.

CARUSO, F.L. y RAMSDELL. D.C. [1995]. Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases. APS Press. St Paul. 87p.

CÁTEDRA DE FITOPATOLOGÍA [2007]. Adversidades Fitosanitarias. Fitopatología. Centro de Impresiones. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 230p.

CHEHEID, A.L.; WRIGHT, E.R. y RODRÍGUEZ CODAZI, A.M. [1997]. Mancha foliar y del tallo de híbridos del arándano (*Vaccinium sp*.) ocasionada por *Alternaria tenuissima* en Buenos Aires. Actas del XX Congreso Argentino de Horticultura. Bahía Blanca.

CLINE, W.O. [1997]. Fruit rot diseases of blueberry. Plant Pathology Extension. North Carolina State University. USA. http://www.ces.ncsu.edu/depts/pp/notes/Fruit/blueberryinfo/berryrots.htm.

COAKLEY S.M. [1988]. Variation in climate and prediction of disease in plants. Annual Review of Phytopathology. 26:163-181.

CROWSON, H.L. y McGILLIVRAY, L.A. [2002]. Electronic databases and information technology in plant pathology. In: Waller, J. M.; Lenné, J. M.; Waller, S. J. (Ed.). Plant Pathologist's pocketbook, CAB International. 461-469.

DAL BELLO, G. y PERELLÓ, A. [1998]. First report of leaf rust of blueberry caused by *Pucciniastrum vaccinii* in Argentina. Plant Disease 82(9):1062.

DANSA, A.M. [2008]. Gacetilla Informativa del Sector Agroalimentario Nro. 44. Tema: Perfil de Arándanos. www.sagpya.mecon.gov.ar.

DÁRCY, C.J.; EASTBURN, D.M. y SCHUMAN, G.L. [2001]. Illustrated glossary of plant pathology. The American Phytopathological Society. Education Center. www.apsnet.org.

DAVIES, F.S. y ALBRIGO, L.G. [1994]. Citrus. Crop Production Science in Horticulture. Vol 2, CAB International, Wallingford, UK. 254p.

DE VISSER, C.L.M. [1998]. Development of a downy mildew advisory model based on downcast. Eur. J. Plant Pathology. 104:933-943.

DE WOLF, E.D. y FRANCL, L.J. [2000]. Neural network classification of tan spot and Stagonospora blotch infection periods in a wheat field environment. Phytopathology. 90:108-113.

DE WOLF, E.D. e ISARD, S.A. [2007]. Disease cycle approach to plant disease prediction. Annual Review of Phytopathology. 45(9):1-18.

DE WOLF, E.D.; MADDEN, L.V. y LIPPS, P.E. [2003]. Risk assessment models for wheat Fusarium head blight epidemics based on within-season weather data. Phytopathology. 93:428-435.

DE WOLF, E.D.; MOLINEROS, J.E.; MADDEN, L.V.; LIPPS, P.E.; KNIGHT, P. y MILLER, D. [2005]. Future directions in the development and application of risk assessment models for Fusarium head blight. Presented at Proc. Natl. Fusarium Head Blight Forum, Milwaukee, WI.

DEL PONTE, E.M.; FERNANDES, J.M.C. y PAVAN, W. [2005]. A risk infection simulation model for Fusarium head blight of wheat. Fitopatologia Brasileira. 30:634-642.

DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V.; LI, X. y YANG, X.B. [2006]. Predicting severity of Asian soybean epidemics with empirical rainfall models. Phytopathology. 96:797-803.

DIVO DE SESAR, M. [2003]. Arándanos en Argentina. www.elsitioagricola.com.

ENRIQUEZ, L. [2005]. Análisis de la tendencia del mercado internacional de frutas finas frescas y de las exportaciones argentinas. Informe mensual de la Fundación Export.Ar. Nº 20. http://www.exportar.org.ar/informes_exportar.html

EVERITT, J.H. y ESCOBAR, D.E. [1999]. Using airborne digital imagery for detecting oak wilt disease. Plant Disease. 83(6):502-505.

FARR, D.F.; BILLS, G.F.; CHAMURIS, G.P. y ROSSMAN, A.Y. [1989]. Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press. USA. 1252p.

FERNÁNDEZ, R.; WRIGHT, E.; PÉREZ, B.A.; ROSATO, M.; RIVERA, M.; ASCIUTTO, K.; AGUILAR HEREDIA, L.; DIVO DE SESAR, M. y LAHORE, S. [2005]. Hongos asociados a cultivos de arándano *(Vaccinium corymbosum*) en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Entre Ríos. Libro de Resúmenes. p. 413. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Villa Carlos Paz, Córdoba.

FERNÁNDEZ VALIELA, M.V. [1978]. Introducción a la Fitopatología. Vol. III. Hongos. Colección Científica del INTA. Buenos Aires. 613p.

FISZMAN, L. (2006). Actualización técnico comercial. 3er Seminario de Arándanos del Uruguay. Gourmet Trading Company. Montevideo. Uruguay.

FISZMAN, L. H. y VILELLA, F. [2003]. Precios del arándano fresco en el mercado mayorista de Estados Unidos, con énfasis en el origen argentino y chileno. Revista de la Facultad de Agronomía, 23(2-3):195-205.

FITZ GERALD, S.M. y O'BRIEN, R.G. [1994]. Validation of "Downcast" in the prediction of sporulation-infection periods of *Peronospora destructor* in the Lockyer Valley. Aust. J. Exp. Agric. 34:537-539.

FOLGADO, M.; VÁSQUEZ, P.; WRIGHT, E.R.; CRELIER, A.; DIVO DE SESAR, M.; FERNÁNDEZ, R. y PÉREZ, B.A. [2006]. Primera cita de *Curvularia sp*. causando manchas foliares en plantas de arándano. XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Acta de resúmenes. p. 214. Catamarca.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS [2006]. IPM Home Page. http:/www.fao.org/AGP/AGPP/IPM.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS [2007]. Glossary of Phytosanitary terms. http:/www.fao.org.

FRANCL, L.J. y NEHER, D.A. [1997]. Exercises in plant disease epidemiology. APS Press, St. Paul. 233p.

GAUMANN, E. [1950]. Principles of Plant Disease Infection. Hafner, New York. 543p.

GIANASI, L.; FERNANDES, N. y LOURENÇO, S.A. [2000]. Utilização do sensoramiento remoto para verificar a eficiência de fungicidas no controle da queima das folhas por Alternaria em censura. Summa Phitopathology. 26(2):282-286.

GIBAS, C. y JAMBECK, P. [2001]. Developing bioinformatics computer skills. Sebastopol. O`Reilly, USA. 427p.

GILLES, T.; PHELPS, K.; CLARKSON, J.P. y KENNEDY, R. [2004]. Development of MILLIONCAST, an improved model for predicting downy mildew sporulation on onions. Plant Disease. 88:695-702.

GIOSSA, A. [2009]. La exportación de arándanos autorizadas por el SENASA. www.arandanosdeuruguay.com.

GIOSUÈ, S.; SPADA, G.; ROSSI, V.; CARLI, G. y PONTI, I. [2000]. Forecasting infections of the leaf curl disease on peaches caused by *Taphrina deformans*. Eur. J. Plant Pathology. 106:563-571.

GODOY, C. [2002]. El arándano: Plantación y manejo del cultivo. www.elsitioagricola.com.

GRAFF, G.D. [1998]. Application of the EPIC family of agricultural ecosystem models to modelling agriculture with genetically modified crops. Berkeley-California: Department of Agricultural and Economic Resources, University California. 22p.

GRUNWALD, N.J.; MONTES, G.R.; SALDANA, H.L.; CIVARRUBIAS, O.A.R. y FRY, W.E. [2002]. Potato late blight management on the Toluca Valley: field validation of SimCast modified for cultivars with high field resistance. Plant Disease. 86:1163-1168.

GUYER, D. y YANG, X. [2000]. Use of genetic artificial neural Networks and spectral imaging for defect detection on cherries. Computers and Electronics in Agriculture. 29:179-194.

HARMON, P. y KING, D. [1985]. Expert systems: artificial intelligence in business. Willey, New York. 283p.

HARUNA, I.; NOZU, K.; OHTAKA, Y. y SPIEGELMAN, S. [1963]. An RNA replicase induced by and selective for a viral RNA: Isolation and properties. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. 50:905-911.

HARUNA, I. y SPIEGELMAN, S. [1965]. Specific template requirements of RNA replicase. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. 54:579-587

HEGER, M.; OERKE, E.C.; DEHNE, H.W. y HINDORF, H. [2003]. Evaluation of an action thresholdbased IPM wheat model in Rheinland (Germany) in 1999/2001. OEPP/EPPO Bull. 33:397-401.

HENDERSON, D.; WILLIAMS, C.J. y MILLER, J.S. [2007]. Forecasting late blight in potato crops of southern Idaho using logistic regression analysis. Plant Disease. 91: 951-956.

HIJMANS, R.J.; FORBES, G.A. y WALKER, T.S. [2000]. Estimating the global severity of potato late blight with GIS-linked disease forecast models. Plant Pathology. 49:697-705.

HOLTSLAG, Q.A.; REMPHREY, W.R.; FERNANDO, W.G.D.; ST-PIERRE, R.G. y ASH, G.H.B. [2004]. The development of a dynamic disease-forecasting model to control *Entomosporium mespili* on *Amelanchier alnifolia*. Can. J. Plant Pathology. 26:304-313.

HONGN, S.; BAINO, O.; PAHILÉ, T.; CANTON, N. y RAMALLO, J.C. [2003]. Hongos presentes en arándano en Salta y Tucumán, Argentina. Resúmenes 20/22. XXVI Congreso Argentino de Horticultura. Paraná. Entre Ríos.

HONGN, S., O. BAINO; J.C. RAMALLO. [2004]. *Bptryosphaeria dothidea* causante del síndrome de rama muerta del arándano. Actas. p. 74. XII Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán.

HONGN, S.; CANTON, N.; BAINO, O. y RAMALLO, J.C. [2005]. Mancha foliar en arándano (*Vaccinium corymbossum*) causada por *Guignardia vaccinii* (*Phyllosticta elongata*) en Tucumán. Libro de Resúmenes. p. 431. XII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Villa Carlos Paz. Córdoba.

HOOKER, D.C.; SCHAAFSMA, A.W. y TAMBURIC-ILINCIC, L. [2002]. Using weather variables pre and post-heading to predict deoxynivalenol content in winter wheat. Plant Disease. 86:611-619.

HYRE, R.A. [1954]. Progress in forecasting late blight of potato and tomato. Plant Disease Reporter. 38:245-253.

INSUA, G.; WRIGHT, E:R.; VASQUEZ, P. y RIVERA, M.C. [2007]. Patógenos poscosecha que afectan al cultivo de arándano. Libro de Resúmenes. p. 213. 30º Congreso Argentino de Horticultura y 1º Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos. La Plata. Buenos Aires.

JAMES, W.C. [1974]. Assessment of plant disease and losses. Annual Revue. Phytopathology. 12:27-48.

JANS, G. [2000]. Navigating agricultural field machinery. Computers and Electronics in Agriculture. 25:1-194.

JOHNSON, D.A.; ALLDREDGE, J.R. y VAKOCH, D.L. [1996]. Potato late blight forecasting models for the semiarid environment of suth-central Washington. Phytopathology. 86:480-484.

JORGE, L.A.C. [1996]. Siarcs 3.0 para Windows: manual do usuàrio. São Carlos: Instrumentação Agropecuària. EMBRAPA. 30p.

KAMPMANN, H.H. y HANSEN, O.B. [1994]. Using colour image analysis for quantitative assessment of powdery mildew on cucumber. Euphytica. 79:19-27.

KOKKO, E.G.; CONNER, R.L.; KOZUB, G.C. y LEE, B. [1993]. Quantification by image análisis of subcrown internode discoloration in wheat caused by common roo trot. Phytopathology. 83:976-981.

KOX, A.J.; KLEIN, M.J. y SCHULMANN, R. (1997). The foundation of the general theory of relativity. In: The collected papers of Albert Einstein. Volume 6. The Berlin years: Writings, 1914-1917. Princeton University Press.146-200. http://www.alberteinstein.info/gallery/pdf/CP6Doc30_English_pp146-200.pdf.

KRANZ, J. [2003]. Comparative Epidemiology of Plant Diseases. Springer, New York. 212p.

KRANZ, J. y HAU, B. [1980]. System analysis in epidemiology. Annual Rev. Phytopathology. 18:67-83.

KRANZ, J. y ROYLE, D.J. [1978]. Perspectives in mathematical modelling of plant disease epidemics. In: Scott, P.R.; Bainbridge, A. (Eds.). Plant Disease Epidemiology. Blackwell, Oxford. 111-119.

LAMARI, L. [2002]. Image Analysis Software for Plant Disease Quantification (ASSESS). University of Manitoba, Winnipeg, Canada. Guaranteed by The American Phytopathological Society.

LAMBERT, D.H. [1990]. Postharvest fungi of lowbush blueberry fruit. Plant Disease. 74:285-287.

LANGSTON, D.B.J.; PHIPPS, P.M. y STIPES, R.J. [2002]. An algorithm for predicting outbreaks of Sclerotinia blight of peanut and improving the timing of fungicide sprays. Plant Disease. 86:118-126.

LEEMANS, V.; MAGEIN, H. y DESTAIN, M.F. [1999]. Defect segmentation on “Jonagold” apples using colour vision and a bayesian clasification method. Computers and Electronics in Agriculture. 23:43-53.

LEÓN, A. [2001]. Cultivo de arándanos. Guía frutihortícola. 8va edición.

LINDOW, S.E. [1983]. Estimating disease severity of single plants. Phytopathology. 73:1576-1581.

LINDOW, S.E. y WEBB, R.R. [1983]. Quantification of foliar plant disease symptoms by microcomputer-digitized video image analysis. Phytopathology. 73:520-524.

LLORENTE, I.; VILARDELL, P.; BUGIANI, R.; GHERARDI, I. y MONTESINOS, E. [2000]. Evaluation of BSPcast disease warning system in reduced fungicide use programs for management of brown spot of pear. Plant Disease. 84:631-637.

LUO, Y. y MICHAILIDES, T.J. [2001]. Risk analysis for latent infection of prune by *Monilinia fructicola* in California. Phytopathology. 91:1197-1208.

LUO, Y.; SHEN, Z.R. y ZENG, M. [1993]. Risk analysis of diseases epidemics on wheat by simulation studies. Agricultural Systems. 43:67-89.

LUO, Y. y ZENG, S.M. [1995]. Simulation studies on epidemics of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis*) on slow-rusting cultivars and analysis of effects of resistance components. Plant Pathology. 44:340-349.

MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A.; LALANCETTE, N.; HUGHES, G. y WILSON, L.L. [2000]. Evaluation of a disease warning system for downy mildew of grapes. Plant Disease. 84:549-554.

MALOY, O.C. [1993]. Plant Disease Control. Wiley, New York. 351-356.

MANTER, D.K.; REESER, P.W. y STONE, J.K. [2005]. A climate-based model for predicting geographic variation in Swiss needle cast severity in the Oregon Coast Range. Phytopathology. 95:1256-1265.

MAOHUA, W. [2001]. Possible adoption of precision agriculture for developing countries at the threshold of the new millenium. Computers and Electronics in Agriculture. 30:45-50.

MARCHIORATO, I.A.; DOS SANTOS, J.M.; RUDORFF, B.T.F. y DOS SANTOS, R.F. [2002]. Medidas de espectrorradiometría de campo para detecção de Meloidogyne incognita em lavoura de algodão. Summa Phytopathology. 28(3):248-252.

MARTIN, D.P. y RYBICKI, E.P. [1998]. Microcomputer-based quantification of maize streak virus symptoms in *Zea mays*. Phytopathology. 88:422-427.

MC MULLEN, M.; JONES, R. y GALLENBERG, D. [1997]. Scab of wheat and barley: a re-emerging disease of devastating impact. Plant Disease. 81:1340-1348.

MICHALSKY, R.S.; DAVIS, J.H.; BISHT, V.S. y SINCLAIR, J.B. [1983]. A computer bases advisory system for diagnosing soybean diseases in Illinois. Plant Disease. 67(4):459-463.

MILHOLLAND, R.D. [1973]. A leaf spot disease of highbush blueberry caused by *Alternaria enuissima*. Phytopathology. 63: 1395-1397.

MILHOLLAND, R.D. [1995]. Alternaria leaf spot and fruit rot. p. 18-19. In: Caruso, F.L.; Ramsdell, D.C. Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases. APS Press. St. Paul. Minnesota. USA.

MILHOLLAND, R.D. y JONES, R.K. [1972]. Post-harvest decay of highbush blueberry fruit in North Carolina. Plant Disease. 56:118-122.

MIZUBUTI, E.S.G.; MAFFIA, L.A. y SILVA, C.A.B. [1994]. Potencial do uso de redes neuronais em simulação de epidemias. Fitopatologia Brasileira, 19:314 (Res.).

MONTESINOS, E.; MORAGREGA, C.; LLORENTE, I.; VILARDELL, P. y BONATERRA, A. [1995]. Development and evaluation of an infection model for *Stemphylium vesicarium* on pear based on temperature and wetness duration. Phytopathology. 85:586-592.

MORÁN, F. [2009]. Biofísica. Universidad Complutense de Madrid. 490p.

MORRIS, C.W.; BODDY, L. y ALLMAN, R. [1992]. Identification of basidiomycete spores by neural network. Mycological Research, 96:697-701.

MOSCHINI, R.C. [2007]. Los cultivos de Soja y Trigo: Herramientas para la predicción y manejo de enfermedades en la Argentina. p. 39-48. En Mundo Agro. Intensificación de los sistemas de producción y el manejo del riesgo en agricultura. Incorporando nuevas tecnologías al manejo de los cultivos. Buenos Aires.

MOSCHINI, R.C.; CARMONA, M.; BARRETO, D. y CONTI, H.A. [1996]. Modelos de predicción de la incidencia de la mancha en red de la cebada cervecera basados en variable meteorológicas: evaluación del potencial climático de la región pampeana respecto a la enfermedad. Fitopatología. Brasil. 21(3).

MOSCHINI, R.C.; CARMONA, M. y GRONDONA, M. [1999]. Wheat head blight incidence variations in the Argentinian Pampas region associated with the El Niño/Southern Oscilation. Actas Simposio Israel.

MOSCHINI, R.C.; CARRANZA, M.R. y CARMONA, M.A. [2004]. Meteorological-based predictions of wheat head blight epidemic in the southern Argentinean pampas region. Cereal Research Communication 32:45-52.

MOSCHINI, R.C.; ESCANDE, A.R.; PEREYRA, V.R.; PEDRAZA, V.; QUIROZ, F.; TROGLIA, C. e IRIARTE, I. [2002]. Predicción de la incidencia de la podredumbre blanda del capítulo de girasol en base a factores ambientales y genéticos. Revista Argentina de Agrometeorología. 2(1):51-57.

MOSCHINI, R.C.; FORTUGNO, C. [1996]. Predicting wheat head blight incidence using models based on meteorological factors in Pergamino, Argentina. European Journal of Plant Pathology. 102:211-218.

MOSCHINI, R.C. y PEREZ, B.A. [1999]. Predicting wheat leaf rust severity using planting date, genetic resistance, and weather variables. Plant Disease. 83:381-384.

MOSCHINI, R.C.; PIOLI, R.; CARMONA, M. y SACCHI, O. [2001]. Empirical predictions of wheat head blight in the northern Argentinian Pampas region. Crop Science. 41:1541-1545.

MOSCHINI, R.C.; SISTERNA, M.N. y CARMONA, M. [2006]. Modelling of wheat black point incidence based on meteorological variables in the southern

Argentinean Pampas Region. Australian Journal of Agricultural Research. 57(11):1151-1156.

NIEMIRA, B.A.; KIRK, W.W. y STEIN, J.M. [1999]. Screening for late blight susceptibility in potato tubers by digital analysis of cut tuber surfaces. Plant Disease. 83:469-473.

NILSSON, H.E. [1995]. Remote sensing and image analysis in plant pathology. Annual Revue. Phytopathology. 15:489-527.

NITA, M.; ELLIS, M. y MADDEN, L.V. [2003]. Reliability and accuracy of visual estimation of phomopsis leaf blight of strawberry. Phytopathology. 93:995-1005.

NUTTER, F.W. [1989]. Disease pro: a computer program for evaluating and improving a person ability to assess disease proportion. Phytopathology. 79:1135.

NUTTER, F.W.; GLEASON, M.L.; JENCO, J.H. y CHRISTINAS, N.C. [1993]. Assessing the accuracy, intra-rater repeatability, and inter-rater reliability of disease assessment systems. Phytopathology. 83:806-812.

OJIAMBO, P.S. y SCHERM, H. [2006]. Optimum Sample Size for Determining Disease Severity and Defoliation Associated with Septoria Leaf Spot of Blueberry. Plant Disease. 90(9):1209-1213.

OLMSTEAD, J.W.; LANG, G.A. y GROVE, G.G. [2001]. Assessment of severity of powdery mildew infection of sweet cherry leaves by digital image analysis. HortScience. 36(1):107-111.

ORLANDINI, S.; MARTA, A.D.; D'ANGELO, I. y GENESIO, R. [2003]. Application of fuzzy logic for the simulation of *Plasmopara viticola* using agrometeorological variables. OEPP/EPPO Bull. 33:415-420.

PALM, M.E. [1996]. Sistematica de fungos, biodiversidade e desenvolvimento sustentável. Revisão Anual Patologia de Plantas. 4:245-260.

PAPERT, S. [1981]. Desafío a la mente. Computadoras y Educación. Galápago. Buenos Aires. 255p.

PARK, E.W.; SEEM, R.C.; GADOURY, D.M. y PEARSON, R.C. [1997]. DMCAST: a prediction model for grape downy mildew. Viticulture Enology Science. 52:182-289.

PARRY, D.W.; JENKINS, P. y MCLEOD, L. [1995]. Fusarium ear blight (scab) in small grains cereals-a review. Plant Pathology. 44:207-238.

PAUL, P.A. y MUNKVOLD, G.P. [2004]. A model-based approach to preplanting risk assessment for gray leaf spot of maize. Phytopathology. 94:1350-1357.

PAUL, P.A. y MUNKVOLD, G.P. [2005]. Regression and artificial neural network modelling for the prediction of gray leaf spot of maize. Phytopathology. 95:388-396.

PAZOS, J. [2005]. El país, en vías de ser el segundo exportador de arándanos. La Nación. Suplemento Campo. Setiembre de 2005. p. 12.

PÉREZ, B.A.; FERNÁNDEZ, R.; WRIGHT, E.R.; ASCIUTTO, K.; ROSATO, M.; LAHORE, S.; ROMERO, A.M.; BABBITT, S. e IRIGOYEN, E. [2005]. Crown gall

and rust diseases in berries in some localities in Argentina. En: Libro de Resúmenes XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología (ALF). III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos (AAF). p. 230. Villa Carlos Paz. Córdoba.

PHIPPS, P.M.; DECK, S.H. y WALKER, D.R. [1997]. Weather-based crop and disease advisories for peanuts in Virginia. Plant Disease. 81:236-44.

PIGHÍN, S.H. y VILELLA, F. [1997]. Satisfacción de los requerimientos térmicos del cultivo de arándano (*Vaccinium sp*.) en la Argentina. FAUBA. Trabajo de intensificación para optar por el título de Ing. Agr.

PINNSCHMIDT, H.Q.; BATCHELOR, W.D. y TENG, P.S. [1995]. Simulation of multiple species pest damage on rice. Agricultural Systems. 48:193-222.

PINTO, A.C.S.; POZZA, E.A.; SOUZA, P.E.; POZZA, A.A.A.; TALAMINI, V.; BOLDINI, J.M. y SANTOS, F.S. [2002]. Descrição da epidemia da ferrugem do caffeiro com redes neuronais. Fitopatología Brasileira, 27(5):517-524.

POZZA, E.A.; MAFFIA, L.A.; SILVA, C.A.B. y BRAGA, J.L. [1999]. Desenvolvimento e aplicações de sistemas especialistas e redes neuronais em fitopatologia. Revista Brasileira de Informática, 2:28-61.

PRIGOGINE, I. [1961]. Thermodynamics of irreversible processes. Interscience. New York. 463p.

PRIGOGINE, I. [1980]. From being to becoming. Time and complexity in the physical sciences. Freeman and Co. San Francisco. 272p.

PRIGOGINE, I. y NICOLIS, G. [1977]. Self-organization in non-equilibrium systems. Wiley. New York. 512p.

PRITTS, M.P. y HANCOCK, J.F. [1992]. Highbush Blueberry Production Guide. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. 200p.

RAGGIO LUIZ, R.; LEAL COSTA, A.J.; KALE, P.L. y WERNECK, G.L. [2003]. Assessment of agreement of a quantitative variable: a new graphical approach. Journal of Clinical Epidemiology. 56:963-967.

RIVERA, M.C.; WRIGHT, E.R.; PÉREZ, B.A.; GONZÁLEZ RABELLINO, P. y PÉREZ, J.A. [2009]. Enfermedades del arándano. p. 1-68. En: Wright, E.R. (ed.). Guía de enfermedades, plagas y malezas del arándano. Orientación. Buenos Aires.

ROBERTS, N.; ANDERSEN, D.; DEAL, R.; GARET, M. y SHAFFER, W. [1983]. Introduction to computer simulation: a system dynamics modelling approach. Waltham, M.A. Pegasus Communications. 562p.

RODRIGUES, J.C.V.; NOGUEIRA, N.L. y MACHADO, M.A. [2002]. Elaboração e validação de escala diagramática para leprose dos citros. Summa Phytopathology. 28(2):192-196.

RODRÍGUEZ CODAZZI, A.; WRIGHT, E.R.; CHEHEID. A.; RIVERA, M.C. y GRIJALBA, P. 1997. Muerte de esquejes y marchitamiento del arándano (*Vaccinium sp*.) producidos por *Phytophthora sp*. y *Fusarium solani* en Buenos Aires. Actas del XX Congreso Argentino de Horticultura. Bahía Blanca.

ROGET, D.K. [2001]. Prediction modelling of soilborne plant diseases. Aust. Plant Pathology. 30:85-89.

ROSA, M.; GOZZINI, B.; ORLANDINI, S. y SEGHI, L. [1995]. A computer program to improve the control of grapevine downy mildew. Computers and Electronics in Agriculture. 12:311-322.

ROSSI, V.; CAFFI, T.; GIOSUÈ, S.; GIROMETTA, B. y BUGIANI, R. [2005]. Elaboration and validation of a dynamic model for primary infections of *Plasmopara viticola* in North Italy. Riv. Ital. Agrometeorology. 3:7-13.

ROSSI, V. y GIOSUÈ, S. [2003]. A dynamic simulation model for powdery mildew epidemics on winter wheat. OEPP/EPPO Bull. 33:389-396.

ROSSI, V.; RACCA, P.; GIOSUÈ, S.; PANCALDI, D. y ALBERTI, I. [1997]. A simulation model for the development of brown rust epidemics in winter wheat. Eur. J. Plant Pathology. 103:453-465.

ROUZET, J. y JACQUIN, D. [2003]. Development of overwintering oospores of *Plasmopara viticola* and severity of primary foci in relation to climate. OEPP/EPPO Bull. 33:437-442.

RUAN, R.; NING, S.; SONG, A.; NING, A.; JONES, R. y CHEN, P. [1998]. Estimation of FUSARIUM scab in wheat using machine vision and a neural network. Cereal Chemistry, 75:455-459.

SCHERM, H.; KOIKE, S.T.; LAEMMLEN, F.F. y VAN BRUGGEN, A.H.C. [1995]. Field evaluation of fungicide spray advisories against lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*) based on measured or forecast morning leaf wetness. Plant Disease. 79:511-516.

SCHILDER, A.; ISAACS, R.; HANSON, E. y CLINE, B. [2004]. A pocket guide to IPM scouting in highbush blueberries. Michigan State University Extension Bulletin E-2928. 128p.

SCOTT, P.R. [1998]. The incredible pace of change: information technology in support of plant pathology. In: Bridge, P.; Jeffries, P.; Morse, D.R.; Scott. P.R. (Eds.). Information technology. Plant Pathology and Biodiversity. CAB International, New York. 1-13.

SAGPyA. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTOS [2009]. Estimaciones agrícolas. Arándano: Informe general. www.sagpya.mecon.gov.ar.

SHAH, D.A. y BERGSTROM, G.C. [2002]. A rainfall-based model for predicting the regional incidence of wheat seed infection by *Stagonospora nodorum* in New York. Phytopathology. 92:511-518.

SHAW, R. [1997]. Yield loss estimation. In: Exercises in Plant Disease Epidemiology. In: Francl, L. J.; Neher, D. A. (Eds.). APS Press. St. Paul. 143p.

SHERWOOD, R.T.; BERG, C.C.; HOOVER, M.R. y ZEIDERS, K.E. [1983]. Illusions in visual assessment of Stagonospora leafspot of orchardgrass. Phytopathology. 73:173-177.

SHTIENBERG, D.; SHWARTZ, H.; OPPENHEIM, D.; ZILBERSTAINE, M. y HERZOG, Z. [2003]. Evaluation of local and imported fire blight warning systems in Israel. Phytopathology. 93:356-363.

SILVEIRA, G.F.; CARVALHO, R.H.; MADRID, M.K.; RIVES, P. y BUENO, S.S. [2001]. A fast vision-based road following strategy applied to the control of

aerial robots. In: XIV Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing. IEEE, Florianópolis. 226-231.

SISTERNA, M.; WRIGHT, E.R.; DIVO DE SESAR, M.; MATÍAS, A.C. y PÉREZ, B.A. [2007]. Hongos aislados de cultivos de arándano y olivo. 30º Congreso Argentino de Horticultura y 1º Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos. Libro de Resúmenes. p. 220. La Plata. Buenos Aires.

SOZZI, G.O. [2007]. Tecnología de poscosecha y su influencia sobre la calidad de los frutos. p.769-805. En: Sozzi, G.O. Árboles frutales. Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires.

STRANGE, R.N. y SCOTT, P.R. [2005]. Plant disease: a threat to global food security. Annu. Rev. Phytopathology. 43:83-116.

TAYLOR, M.C.; HARDWICK, N.V.; BRADSHAW, N.J. y HALL, A.M. [2003]. Relative performance of five forecasting schemes for potato late blight (*Phytophthora infestans*) I. Accuracy of infection warnings and reduction of unnecessary, theoretical, fungicide applications. Crop Protection. 22:275-283.

TENG, P.S. y ROUSE, D.I. [1984]. Understanding computers: applications in plant pathology. Plant Disease. 68(6):539-543.

TENG, P.S. y ZADOKS, J.C. [1980]. Computer simulation of plant disease epidemics. In: MCGRAW-HILL yearbook of science and technology. McGraw-Hill, New York. 23-31.

THOMAS, C.S.; SKINNER, P.W.; FOX, A.D. GREER, C.A. y GUBLER, W.D. [2002]. Utilization of GIS/GPS-based information technology in commercial crop decision making in California, Washington, Oregon, Idaho, and Arizona. J. Nematol. 34:200-206.

TODD, L.R. y KOMMEDAHL, T. [1994]. Image analysis and visual estimates for evaluating disease reactions of corn to Fusarium stalk rot. Plant Disease. 78:876-878.

TOMERLIN, J.R. y HOWELL, T.A. [1988]. DISTRAIN: a computer program for training people to estimate disease severity on cereal leaves. Plant Disease. 72:455-459.

TRADINTER [2010]. Análisis de la temporada 2009/10 del Hemisferio Sur. Asociación de Productores de Arándanos de la Mesopotamia Argentina (APAMA). Top Info Marketing S.A.

TRILOFF, P. [1997]. Apple scab control with the simulation programme “RIMpro” at Lake Constance, Germany: results and experience in the past three years. Int. Org. Biol. Integr. Control Noxious Anim. Plants, West Palearctic Reg. Sect. 20:229-240.

TROGLIA C.; ESCANDE, A.R.; MOSCHINI, R.C.; DAMIANO, F. y QUIROZ, F. [2004]. Modelos logísticos basados en variables térmicas e hídricas para simular la dinámica de la producción de inóculo de *Sclerotinia sclerotiorum* en suelos con rastrojo de girasol. Actas X Reunión Nacional de Agrometeorología. Mar del Plata.

TURECHEK, W.W. y STEVENSON, K.L. [1998]. Effects of host resistance, temperature, leaf wetness duration and leaf age on infection and lesion development of pecan scab. Phytopathology. 88:1294-1301.

TURECHEK, W.W. y WILCOX, W.F. [2005]. Evaluating predictors of apple scab with receiver operating characteristic curve analysis. Phytopathology. 95:679-691.

TWENGSTRÖM, E.; SIGVALD, R.; SVENSSON, C. y YUEN, J. [1998]. Forecasting Sclerotinia stem rot in spring sown oilseed rape. Crop Prot. 17:405-411.

UDINK TEM CATE, A.J. y DUKHUIZEN, A.A. [1999]. Information and communications technology applications in agriculture. Computers and Electronics in Agriculture. 22:83-250.

VAN DER ZWET, T.; BIGGS, A.R.; HEFLEBOWER, R. y LIGHTNER, G.W. [1994]. Evaluation of the MARYBLYT computer model for predicting blossom blight on apple in West Virginia and Maryland. Plant Disease. 78:225-230.

VASQUEZ, P.; ASCIUTTO, K.; CRELIER, A.; WRIGHT, E.R.; RIVERA, M.C. y DIVO DE SESAR, M. [2006]. Tizón del arándano ocasionado por *Cylindrocladium sp*. XXIX Congreso Argentino de Horticultura. Acta de Resúmenes. p. 124-125. Catamarca.

VASQUEZ, P.; BALDOMÁ, J.A.; WRIGHT, E.R.; PÉREZ, A.; DIVO DE SESAR, M. y PÉREZ, B.A. [2007]. First report of blueberry Botrytis blight in Buenos Aires, Entre Ríos and Córdoba (Argentina). Plant Disease 91:639.

VERREET, J.A.; KLINK, H. y HOFFMANN, G.M. [2000]. Regional monitoring for disease prediction and optimization of plant protection measures: the IPM wheat model. Plant Disease. 84:816-826.

WATSON, W.T.; KENERLEY, C.M. y APPEL, D.N. [2000]. Visual and infrared assessment of root colonization of apple trees by *Phymatotrichopsis omnivore*. Plant Disease. 84:539-543.

WHARTON, P. y SCHILDER, A. [2003]. Blueberry fruit rot identification guide. Michigan Blueberry Facts. Extension Bulletin E-2847. 4p.

WOLF, P.F.J. y VERREET, J.A. [2002]. An integrated pest management system in Germany for the control of fungal leaf diseases in sugar beet: the IPM sugar beet model. Plant Disease. 86:336-344.

WOLF, P.F.J. y VERREET, J.A. [2005]. Factors affecting the onset of Cercospora leaf spot epidemics in sugar beet and establishment of disease-monitoring thresholds. Phytopathology. 95:269-274.

WRIGHT, P.J.; CHYNOWETH, R.W.; BERESFORD, R.M. y HENSHALL, W.R. [2002]. Comparison of strategies for timing protective and curative fungicides for control of onion downy mildew (*Peronospora destructor*) in New Zealand. Presented at Crop Prot. Conf., Brighton, U.K.

WRIGHT, E.R. y COTTA, A.G. [1996]. Atizonamiento del arándano (*Vaccinium corymbossum*) ocasionado por *Fusarium sp*. Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Horticultura. Montevideo. Uruguay. p. 124.

WRIGHT, E.R.; FERNÁNDEZ, R.L.; BENVA, M.; PÉREZ, J.A.; RIVERA, M.C.; RONCORONI, S.; NICOLINI, F.; VASQUEZ, P.E.; CIURCA, P. y PÉREZ, B.A. [2010]. Deterioro poscosecha de arándano en Entre Ríos y Buenos Aires, Argentina. p. 63-68. En: Divo de Sesar, M.; Rocca, M.; Vilella, F. (eds.) Avances en cultivos frutales no tradicionales. Arándanos-Cerezas-Frutillas-Granadas.

WRIGHT, E.R., MEMA, V. y RIVERA, M.C. [2003-a]. Atizonamiento de tallos del arándano ocasionado por *Phomopsis sp*. en cultivos de la provincia de Buenos Aires. Resumen en CD. Código Fr 029. XXVI Congreso Nacional de Horticultura. Paraná. Entre Ríos.

WRIGHT, E.R. y PÉREZ, J.A. [2007]. Enfermedades del arándano. Publicado en CD. XXX Congreso Argentino de Horticultura. La Plata. Buenos Aires.

WRIGHT, E.R.; PÉREZ, B.A.; FERNÁNDEZ, R.L.; ASCIUTTO, K.; RIVERA, M.C.; MURILLO, F.; VASQUEZ, P.; DIVO DE SESAR, M.; PÉREZ, A.; AGUILAR HEREDIA, L.; ROSATO, M.F.; CRELIER, A. y BALDOMÁ, J. [2005]. Conocimiento actual sobre enfermedades de arándano. Libro de Resúmenes. 113-117. I Congreso Latinoamericano de Arándanos y otros berries. Buenos Aires.

WRIGHT, E.R; PÉREZ, B.A; RONCORONI, S.; NICOLINI, F.; PASUT, F.; MORENO, A.; VASQUEZ, P.E; LARA, M.; FERNÁNDEZ, R.L.; RABELLINO, M.; BENVA, M.; BORSARELLI, M.; CORNELLATI, D.; PÉREZ, J.A; CIURCA, P.; DIVO DE SESAR, M.; ASCIUTTO, K.; TREJO, E.; COLAVOLPE, B. y RIVERA, M. [2008]. Distribución e incremento de patógenos en arándano en Buenos Aires y Entre Ríos, Argentina, en 2007-2008. En: Divo de Sesar M.; Rocca, M.; Vilella, F. (Eds). Avances en cultivos frutales no tradicionales. Arándanos-Cerezas-Frutillas-Granadas. 39-45.

WRIGHT, E.R.; RIVERA, M.C.; ESPERÓN, J. [2003-b]. *Alternaria tenuissima* y *Colletotrichum gloeosporioides*: agentes causales de ablandamiento poscosecha en frutos de arándano. Resumen en CD. Código Fr 028. XXVI Congreso Nacional de Horticultura. Paraná. Entre Ríos.

WRIGHT, E.R.; RIVERA, M.C.; ESPERÓN, J.; CHEHEID, A. y RODRÍGUEZ CODAZZI, A. [2004]. Alternaria leaf spot, twig blight and fruit rot of highbush blueberry in Argentina. Plant Disease. 88:1383.

WRIGHT, E.R.; RIVERA, M.C.; RODRÍGUEZ, A.M.; CODAZZI CHEHEID, A.L. y GRIJALBA, P. [1998]. Enfermedades del arándano (*Vaccinium sp.*) en los alrededores de Buenos Aires, República Argentina. Fitopatología 33(1):55.

WRIGHT, E.R.; VASQUEZ, P.; ASCIUTTO, K.; PÉREZ, A.; DIANO, M.; CIURCA, P.; DAMIENS, J.; CRELIER, A.; PANIGO, L.; BARRIENTOS, M.E.; RIVERA, M.C. y PÉREZ, B.A. [2007]. Hongos presentes en el estado vegetativo de plantaciones de arándano (*Vaccinium corymbosum*) en Argentina. Código 147. 11º Congreso Nacional de Horticultura. Montevideo. Uruguay.

WU, B.M.; VAN BRUGGEN, A.H.C.; SUBBARAO, K.V. y SCHERM. H. [2002]. Incorporation of temperature and solar radiation thresholds to modify a lettuce downy mildew warning system. Phytopathology. 92:631-636.

XU, X.M. [1999]. Modelling and forecasting epidemics of apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*). Plant Pathology. 48:462-471.

XU, X. y BUTT, D.J. [1994]. The biology and epidemiology of Nectria galligena and an infection warning system. Nor. J. Agric. Sci. (Suppl.). 17:317-324.

XU, X.M. y BUTT, D.J. [1996]. A description of AdemTM-a PC-based disease warning system for apple. Presented at Proc. Works. Integr. Control Pome Fruit Disease, 4th, Croydon, U.K.

XU, X.M.; BUTT, D.J. y VAN SANTEN, G. [1995]. A dynamic model simulating infection of apple leaves by *Venturia inaequalis*. Plant Pathology. 44:865-876.

YANG, X.B.; DOWLER, W.M. y TSCHANZ, A.T. [1991]. A simulation model for assessing soybean rust epidemics. Phytopathology. 133:187-200.

ZADOKS, J.C. [1971]. Systems analysis and the dynamics of epidemics. Phytopathology. 61:600-610.

ZADOKS, J.C. [1986]. EPIPRE, a computer-based decision suport system for pest and disease control in wheat: its development and implementation in Europe. In: Leonard, K.J. y Fry, W.E. (Eds.). Plant Disease Epidemiology: genetics, resistance and management. 2:3-29.

ZADOKS, J.C. y SCHEIN, R.D. (1979). Epidemiology and plant disease management. Oxford Univesity Press. New York. 427p.

ZAHEDI, F. [1991]. An introduction to neural networks and a comparision with artificial intelligence and expert systems. Interfaces. 21:25-38.

ZEIGLER, B. [1976]. Theory of modelling and simulation. Wiley. New York. 510p.

ZEMANSKY, M.W. y DITTMAN, R.H. [1985]. Calor y termodinámica. McGraw-Hill. 596p.

7. ANEXOS

7.1. Anexo 1

7.1.1. Hojas con daños digitalizadas con escáner, utilizadas en el método de evaluación digital y la construcción de la escala diagramática para evaluación visual

7.2. Anexo 2

7.2.1. Bases de datos

7.2.1.1. Registros de enfermedad

Cuadro 16: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 27/11/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	9	1 (Externa)	12	11	1							0	0,004166667	0	0	0	0	0	0	0,004166667	0,004166667	0,0375
		2 (Interna)	21	21								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	11	1 (Externa)	35	35								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013043478	0,143478261
		2 (Interna)	23	17	6							0	0,013043478	0	0	0	0	0	0	0,013043478		
3	8	1 (Externa)	12	10			1		1			0	0	0	0,016666667	0	0,05	0	0	0,066666667	0,078205128	0,625641026
		2 (Interna)	13	10	3							0	0,011538462	0	0	0	0	0	0	0,011538462		
4	9	1 (Externa)	86	83	3							0	0,001744186	0	0	0	0	0	0	0,001744186	0,037458472	0,337126246
		2 (Interna)	14	11	2			1				0	0,007142857	0	0	0,028571429	0	0	0	0,035714286		
5	2	1 (Externa)	30	26	3	1						0	0,005	0,003333333	0	0	0	0	0	0,008333333	0,017948718	0,035897436
		2 (Interna)	26	21	5							0	0,009615385	0	0	0	0	0	0	0,009615385		
6	2	1 (Externa)	21	19	1	1						0	0,002380952	0,004761905	0	0	0	0	0	0,007142857	0,011309524	0,022619048
		2 (Interna)	24	22	2							0	0,004166667	0	0	0	0	0	0	0,004166667		
7	13	1 (Externa)	23	23								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002054795	0,026712329
		2 (Interna)	73	70	3							0	0,002054795	0	0	0	0	0	0	0,002054795		
8	11	1 (Externa)	49	48	1							0	0,001020408	0	0	0	0	0	0	0,001020408	0,001020408	0,01122449
		2 (Interna)	16	16								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	8	1 (Externa)	14	14								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,011111111	0,088888889
		2 (Interna)	27	24	2		1					0	0,003703704	0	0,007407407	0	0	0	0	0,011111111		
10	9	1 (Externa)	49	49								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	26	26								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	7	1 (Externa)	92	90	1	1						0	0,000543478	0,001086957	0	0	0	0	0	0,001630435	0,001630435	0,011413043
		2 (Interna)	18	18								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	4	1 (Externa)	64	63	1							0	0,00078125	0	0	0	0	0	0	0,00078125	0,00328125	0,013125
		2 (Interna)	20	19	1							0	0,0025	0	0	0	0	0	0	0,0025		
13	7	1 (Externa)	33	32	1							0	0,001515152	0	0	0	0	0	0	0,001515152	0,001515152	0,010606061
		2 (Interna)	73	73								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14	8	1 (Externa)	77	72	3		1	1				0	0,001948052	0	0,002597403	0,005194805	0	0	0	0,00974026	0,028384328	0,22707462
		2 (Interna)	59	54	2		2		1			0	0,001694915	0	0,006779661	0	0,010169492	0	0	0,018644068		
15	3	1 (Externa)	22	17	3		2					0	0,006818182	0	0,018181818	0	0	0	0	0,025	0,103125	0,309375
		2 (Interna)	32	21	2		6	3				0	0,003125	0	0,0375	0,0375	0	0	0	0,078125		
16	7	1 (Externa)	116	112	3				1			0	0,001293103	0	0	0	0,005172414	0	0	0,006465517	0,01238657	0,086705989
		2 (Interna)	76	73	1		2					0	0,000657895	0	0,005263158	0	0	0	0	0,005921053		
17	9	1 (Externa)	23	20	1		2					0	0,002173913	0	0,017391304	0	0	0	0	0,019565217	0,026295987	0,23666388
		2 (Interna)	52	48	3		1					0	0,002884615	0	0,003846154	0	0	0	0	0,006730769		
18	4	1 (Externa)	40	36	2	1		1				0	0,0025	0,0025	0	0,01	0	0	0	0,015	0,029705882	0,118823529
		2 (Interna)	17	14	1	2						0	0,002941176	0,011764706	0	0	0	0	0	0,014705882		
19	11	1 (Externa)	49	44	1	2	2					0	0,001020408	0,004081633	0,008163265	0	0	0	0	0,013265306	0,014226845	0,15649529
		2 (Interna)	52	43	1							0	0,000961538	0	0	0	0	0	0	0,000961538		
20	6	1 (Externa)	54	52			1	1				0	0	0	0,003703704	0,007407407	0	0	0	0,011111111	0,036111111	0,216666667
		2 (Interna)	64	57	4		1		2			0	0,003125	0	0,003125	0	0,01875	0	0	0,025		
	148																					2,716036803
																					SEVERIDAD	0,0183516

Cuadro 17: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 08/01/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	12	1 (Externa)	24		3							0	0,00625	0	0	0	0	0	0	0,00625	0,00625	0,075
		2 (Interna)	18									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	14	1 (Externa)	16		4							0	0,0125	0	0	0	0	0	0	0,0125	0,018269231	0,255769231
		2 (Interna)	26		3							0	0,005769231	0	0	0	0	0	0	0,005769231		
3	13	1 (Externa)	19		3		1					0	0,007894737	0	0,010526316	0	0	0	0	0,018421053	0,018421053	0,239473684
		2 (Interna)	14	14								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	20	1 (Externa)	15		2	1						0	0,006666667	0,006666667	0	0	0	0	0	0,013333333	0,027126437	0,542528736
		2 (Interna)	29		6	1						0	0,010344828	0,003448276	0	0	0	0	0	0,013793103		
5	5	1 (Externa)	27		4	3						0	0,007407407	0,011111111	0	0	0	0	0	0,018518519	0,026583035	0,132915173
		2 (Interna)	31		5							0	0,008064516	0	0	0	0	0	0	0,008064516		
6	3	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005434783	0,016304348
		2 (Interna)	46		5							0	0,005434783	0	0	0	0	0	0	0,005434783		
7	16	1 (Externa)	22		5							0	0,011363636	0	0	0	0	0	0	0,011363636	0,033238636	0,531818182
		2 (Interna)	16		3	2						0	0,009375	0,0125	0	0	0	0	0	0,021875		
8	12	1 (Externa)	20		4	1						0	0,01	0,005	0	0	0	0	0	0,015	0,017857143	0,214285714
		2 (Interna)	35		2							0	0,002857143	0	0	0	0	0	0	0,002857143		
9	14	1 (Externa)	18			3	2					0	0	0,016666667	0,022222222	0	0	0	0	0,038888889	0,045410628	0,635748792
		2 (Interna)	23		3							0	0,006521739	0	0	0	0	0	0	0,006521739		
10	15	1 (Externa)	16		2	1						0	0,00625	0,00625	0	0	0	0	0	0,0125	0,015833333	0,2375
		2 (Interna)	30		2							0	0,003333333	0	0	0	0	0	0	0,003333333		
11	6	1 (Externa)	28		2							0	0,003571429	0	0	0	0	0	0	0,003571429	0,012946429	0,077678571
		2 (Interna)	16		3							0	0,009375	0	0	0	0	0	0	0,009375		
12	9	1 (Externa)	47		6							0	0,006382979	0	0	0	0	0	0	0,006382979	0,025132979	0,226196809
		2 (Interna)	16		4	1						0	0,0125	0,00625	0	0	0	0	0	0,01875		
13	12	1 (Externa)	31		4							0	0,006451613	0	0	0	0	0	0	0,006451613	0,015147265	0,181767181
		2 (Interna)	23		4							0	0,008695652	0	0	0	0	0	0	0,008695652		
14	12	1 (Externa)	23	23								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	13	13								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15	3	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,033333333	0,1
		2 (Interna)	30	22	2	3	3					0	0,003333333	0,01	0,02	0	0	0	0	0,033333333		
16	11	1 (Externa)	20		3	2						0	0,0075	0,01	0	0	0	0	0	0,0175	0,0215	0,2365
		2 (Interna)	25		2							0	0,004	0	0	0	0	0	0	0,004		
17	16	1 (Externa)	13		2							0	0,007692308	0	0	0	0	0	0	0,007692308	0,016312997	0,261007958
		2 (Interna)	29		3	1						0	0,005172414	0,003448276	0	0	0	0	0	0,00862069		
18	7	1 (Externa)	22		1							0	0,002272727	0	0	0	0	0	0	0,002272727	0,023701299	0,165909091
		2 (Interna)	14		2	2						0	0,007142857	0,014285714	0	0	0	0	0	0,021428571		
19	12	1 (Externa)	19			2	2					0	0	0,010526316	0,021052632	0	0	0	0	0,031578947	0,040953947	0,491447368
		2 (Interna)	16		1	1						0	0,003125	0,00625	0	0	0	0	0	0,009375		
20	8	1 (Externa)	62		9	2	2	1				0	0,007258065	0,003225806	0,006451613	0,006451613	0	0	0	0,023387097	0,075659824	0,605278592
		2 (Interna)	22		3	2	2	1				0	0,006818182	0,009090909	0,018181818	0,018181818	0	0	0	0,052272727		
	220																					5,22712943
																					SEVERIDAD	0,023759679

Cuadro 18: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 09/03/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	14	1 (Externa)	24	23	1							0	0,002083333	0	0	0	0	0	0	0,002083333	0,005531609	0,077442529
		2 (Interna)	29	27	2							0	0,003448276	0	0	0	0	0	0	0,003448276		
2	18	1 (Externa)	20	17	2	1						0	0,005	0,005	0	0	0	0	0	0,01	0,042352941	0,762352941
		2 (Interna)	17	11	1	5						0	0,002941176	0,029411765	0	0	0	0	0	0,032352941		
3	16	1 (Externa)	15	14	1							0	0,003333333	0	0	0	0	0	0	0,003333333	0,017619048	0,281904762
		2 (Interna)	14	12		2						0	0	0,014285714	0	0	0	0	0	0,014285714		
4	22	1 (Externa)	14		3	5						0	0,010714286	0,035714286	0	0	0	0	0	0,046428571	0,053095238	1,168095238
		2 (Interna)	15		2							0	0,006666667	0	0	0	0	0	0	0,006666667		
5	7	1 (Externa)	14	11	2		2					0	0,007142857	0	0,028571429	0	0	0	0	0,035714286	0,044409938	0,310869565
		2 (Interna)	23	19	4							0	0,008695652	0	0	0	0	0	0	0,008695652		
6	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	21	1 (Externa)	38	22	3		7	4		2		0	0,003947368	0	0,036842105	0,042105263	0	0,042105263	0	0,125	0,291666667	6,125
		2 (Interna)	15	8	2		2		2	1		0	0,006666667	0	0,026666667	0	0,08	0,053333333	0	0,166666667		
8	16	1 (Externa)	14	9		1	2	2				0	0	0,007142857	0,028571429	0,057142857	0	0	0	0,092857143	0,104621849	1,67394958
		2 (Interna)	17	15		2						0	0	0,011764706	0	0	0	0	0	0,011764706		
9	20	1 (Externa)	16	14	2							0	0,00625	0	0	0	0	0	0	0,00625	0,022916667	0,458333333
		2 (Interna)	15	13	1	2						0	0,003333333	0,013333333	0	0	0	0	0	0,016666667		
10	21	1 (Externa)	16	14	2							0	0,00625	0	0	0	0	0	0	0,00625	0,24625	5,17125
		2 (Interna)	15	7			2	3	2	1		0	0	0	0,026666667	0,08	0,08	0,053333333	0	0,24		
11	7	1 (Externa)	30	25	4	1						0	0,006666667	0,003333333	0	0	0	0	0	0,01	0,013333333	0,093333333
		2 (Interna)	15	14	1							0	0,003333333	0	0	0	0	0	0	0,003333333		
12	14	1 (Externa)	29	13			10	5	1			0	0	0	0,068965517	0,068965517	0,020689655	0	0	0,15862069	0,512192118	7,170689655
		2 (Interna)	28			1	10	12	5			0	0	0,003571429	0,071428571	0,171428571	0,107142857	0	0	0,353571429		
13	19	1 (Externa)	21	17	2	2						0	0,004761905	0,00952381	0	0	0	0	0	0,014285714	0,018131868	0,344505495
		2 (Interna)	13	12	1							0	0,003846154	0	0	0	0	0	0	0,003846154		
14	14	1 (Externa)	28	18		3	5		2			0	0	0,010714286	0,035714286	0	0,042857143	0	0	0,089285714	0,098660714	1,38125
		2 (Interna)	16	13	3							0	0,009375	0	0	0	0	0	0	0,009375		
15	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	14	1 (Externa)	35	21		4		5	3	2		0	0	0,011428571	0	0,057142857	0,051428571	0,045714286	0	0,165714286	0,211868132	2,966153846
		2 (Interna)	13	7		6						0	0	0,046153846	0	0	0	0	0	0,046153846		
17	19	1 (Externa)	14	13	1							0	0,003571429	0	0	0	0	0	0	0,003571429	0,143571429	2,727857143
		2 (Interna)	10	6			1	3				0	0	0	0,02	0,12	0	0	0	0,14		
18	11	1 (Externa)	20	12	1	7						0	0,0025	0,035	0	0	0	0	0	0,0375	0,104166667	1,145833333
		2 (Interna)	18	14			2	2				0	0	0	0,022222222	0,044444444	0	0	0	0,066666667		
19	15	1 (Externa)	20	16	3	1						0	0,0075	0,005	0	0	0	0	0	0,0125	0,035227273	0,528409091
		2 (Interna)	22	12	10							0	0,022727273	0	0	0	0	0	0	0,022727273		
20	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	268																					32,38722984
																				SEVERIDAD		0,120847873

Cuadro 19: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 22/10/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	6	1 (Externa)	15	9	6							0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,02	0,02	0,12
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	14	1 (Externa)	12	11	1							0	0,004166667	0	0	0	0	0	0	0,004166667	0,007940252	0,111163522
		2 (Interna)	53	51		2						0	0	0,003773585	0	0	0	0	0	0,003773585		
3	8	1 (Externa)	61	59	2							0	0,001639344	0	0	0	0	0	0	0,001639344	0,001639344	0,013114754
		2 (Interna)	17	17								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	12	1 (Externa)	51	48	3							0	0,002941176	0	0	0	0	0	0	0,002941176	0,004665314	0,055983773
		2 (Interna)	29	28	1							0	0,001724138	0	0	0	0	0	0	0,001724138		
5	10	1 (Externa)	25	24	1							0	0,002	0	0	0	0	0	0	0,002	0,007	0,07
		2 (Interna)	60	57	2		1					0	0,001666667	0	0,003333333	0	0	0	0	0,005		
6	11	1 (Externa)	74	62	12							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	25	23	2							0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	8	1 (Externa)	46	43	2	1						0	0,002173913	0,002173913	0	0	0	0	0	0,004347826	0,004347826	0,034782609
		2 (Interna)	85	85								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	13	1 (Externa)	35	34		1						0	0	0,002857143	0	0	0	0	0	0,002857143	0,002857143	0,037142857
		2 (Interna)	64	64								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	8	1 (Externa)	38	36	2							0	0,002631579	0	0	0	0	0	0	0,002631579	0,00858396	0,068671679
		2 (Interna)	42	38	3	1						0	0,003571429	0,002380952	0	0	0	0	0	0,005952381		
11	10	1 (Externa)	52	47	3	2						0	0,002884615	0,003846154	0	0	0	0	0	0,006730769	0,012286325	0,122863248
		2 (Interna)	45	43	1		1					0	0,001111111	0	0,004444444	0	0	0	0	0,005555556		
12	11	1 (Externa)	10	10								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005555556	0,061111111
		2 (Interna)	36	33	2	1						0	0,002777778	0,002777778	0	0	0	0	0	0,005555556		
13	10	1 (Externa)	21	20	1							0	0,002380952	0	0	0	0	0	0	0,002380952	0,006926407	0,069264069
		2 (Interna)	11	10	1							0	0,004545455	0	0	0	0	0	0	0,004545455		
14	8	1 (Externa)	11	9	2							0	0,009090909	0	0	0	0	0	0	0,009090909	0,012840909	0,102727273
		2 (Interna)	40	38	1	1						0	0,00125	0,0025	0	0	0	0	0	0,00375		
15	6	1 (Externa)	8	8								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	37	37								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	15	1 (Externa)	61	59	2							0	0,001639344	0	0	0	0	0	0	0,001639344	0,007521697	0,112825458
		2 (Interna)	51	47	2	2						0	0,001960784	0,003921569	0	0	0	0	0	0,005882353		
17	9	1 (Externa)	22	21		1						0	0	0,004545455	0	0	0	0	0	0,004545455	0,009175084	0,082575758
		2 (Interna)	54	49	5							0	0,00462963	0	0	0	0	0	0	0,00462963		
18	7	1 (Externa)	27	25	1	1						0	0,001851852	0,003703704	0	0	0	0	0	0,005555556	0,005555556	0,038888889
		2 (Interna)	48	48								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
19	0	1 (Externa)	20	16	3	1						0	0,0075	0,005	0	0	0	0	0	0,0125	0,035227273	0
		2 (Interna)	22	12	10							0	0,022727273	0	0	0	0	0	0	0,022727273		
20	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	166																					1,101114999
																					SEVERIDAD	0,006633223

Cuadro 20: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 03/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	6	1 (Externa)	17	11	4	2						0	0,011764706	0,011764706	0	0	0	0	0	0,023529412	0,023529412	0,141176471
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	14	1 (Externa)	13	9	4							0	0,015384615	0	0	0	0	0	0	0,015384615	0,026293706	0,368111888
		2 (Interna)	55	46	6	3						0	0,005454545	0,005454545	0	0	0	0	0	0,010909091		
3	8	1 (Externa)	33	21	11							0	0,016666667	0	0	0	0	0	0	0,016666667	0,029166667	0,233333333
		2 (Interna)	20	15	5							0	0,0125	0	0	0	0	0	0	0,0125		
4	12	1 (Externa)	62	44	18							0	0,014516129	0	0	0	0	0	0	0,014516129	0,023339658	0,280075901
		2 (Interna)	34	28	6							0	0,008823529	0	0	0	0	0	0	0,008823529		
5	10	1 (Externa)	27	22	5							0	0,009259259	0	0	0	0	0	0	0,009259259	0,018936679	0,189366786
		2 (Interna)	62	52	8	2						0	0,006451613	0,003225806	0	0	0	0	0	0,009677419		
6	12	1 (Externa)	86	68	14	4						0	0,008139535	0,004651163	0	0	0	0	0	0,012790698	0,043559928	0,522719141
		2 (Interna)	26	12	12	2						0	0,023076923	0,007692308	0	0	0	0	0	0,030769231		
7	8	1 (Externa)	54	44	5	5						0	0,00462963	0,009259259	0	0	0	0	0	0,013888889	0,048072562	0,384580499
		2 (Interna)	98	35	59	4						0	0,030102041	0,004081633	0	0	0	0	0	0,034183673		
8	13	1 (Externa)	41	30	9	2						0	0,01097561	0,004878049	0	0	0	0	0	0,015853659	0,024677188	0,320803443
		2 (Interna)	68	56	12							0	0,008823529	0	0	0	0	0	0	0,008823529		
9	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	8	1 (Externa)	42	30	9	3						0	0,010714286	0,007142857	0	0	0	0	0	0,017857143	0,027040816	0,216326531
		2 (Interna)	49	40	9							0	0,009183673	0	0	0	0	0	0	0,009183673		
11	11	1 (Externa)	58	44	12	2						0	0,010344828	0,003448276	0	0	0	0	0	0,013793103	0,02821618	0,310377984
		2 (Interna)	52	41	7	4						0	0,006730769	0,007692308	0	0	0	0	0	0,014423077		
12	11	1 (Externa)	10	6	4							0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,02	0,031538462	0,346923077
		2 (Interna)	39	31	7	1						0	0,008974359	0,002564103	0	0	0	0	0	0,011538462		
13	10	1 (Externa)	21	15	6							0	0,014285714	0	0	0	0	0	0	0,014285714	0,048901099	0,489010989
		2 (Interna)	13	4	9							0	0,034615385	0	0	0	0	0	0	0,034615385		
14	8	1 (Externa)	11	6	5							0	0,022727273	0	0	0	0	0	0	0,022727273	0,030174081	0,24139265
		2 (Interna)	47	40	7							0	0,007446809	0	0	0	0	0	0	0,007446809		
15	6	1 (Externa)	8	6	2							0	0,0125	0	0	0	0	0	0	0,0125	0,02797619	0,167857143
		2 (Interna)	42	35	3	3	1					0	0,003571429	0,007142857	0,004761905	0	0	0	0	0,01547619		
16	15	1 (Externa)	67	55	12							0	0,008955224	0	0	0	0	0	0	0,008955224	0,026227951	0,393419267
		2 (Interna)	55	38	15	2						0	0,013636364	0,003636364	0	0	0	0	0	0,017272727		
17	9	1 (Externa)	29	22	6		1					0	0,010344828	0	0,006896552	0	0	0	0	0,017241379	0,027586207	0,248275862
		2 (Interna)	58	46	12							0	0,010344828	0	0	0	0	0	0	0,010344828		
18	7	1 (Externa)	32	12	20							0	0,03125	0	0	0	0	0	0	0,03125	0,034886364	0,244204545
		2 (Interna)	55	51	4							0	0,003636364	0	0	0	0	0	0	0,003636364		
19	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	168																					4,930098368
																					SEVERIDAD	0,029345824

Cuadro 21: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 29/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	6	1 (Externa)	21		19	2						0	0,045238095	0,00952381	0	0	0	0	0	0,054761905	0,057703081	0,346218487
		2 (Interna)	17	16	1							0	0,002941176	0	0	0	0	0	0	0,002941176		
2	14	1 (Externa)	9	3	6							0	0,033333333	0	0	0	0	0	0	0,033333333	0,061594203	0,862318841
		2 (Interna)	23	12	9	2						0	0,019565217	0,008695652	0	0	0	0	0	0,02826087		
3	8	1 (Externa)	20	14	5	1						0	0,0125	0,005	0	0	0	0	0	0,0175	0,038712121	0,30969697
		2 (Interna)	33	20	12	1						0	0,018181818	0,003030303	0	0	0	0	0	0,021212121		
4	11	1 (Externa)	10	1	8	1						0	0,04	0,01	0	0	0	0	0	0,05	0,074418605	0,818604651
		2 (Interna)	43	22	21							0	0,024418605	0	0	0	0	0	0	0,024418605		
5	10	1 (Externa)	27	15	11	1						0	0,02037037	0,003703704	0	0	0	0	0	0,024074074	0,057407407	0,574074074
		2 (Interna)	12	4	8							0	0,033333333	0	0	0	0	0	0	0,033333333		
6	10	1 (Externa)	78	44	32	2						0	0,020512821	0,002564103	0	0	0	0	0	0,023076923	0,034188034	0,341880342
		2 (Interna)	9	7	2							0	0,011111111	0	0	0	0	0	0	0,011111111		
7	6	1 (Externa)	18	7	11							0	0,030555556	0	0	0	0	0	0	0,030555556	0,044618056	0,267708333
		2 (Interna)	64	46	18							0	0,0140625	0	0	0	0	0	0	0,0140625		
8	11	1 (Externa)	12	9	3							0	0,0125	0	0	0	0	0	0	0,0125	0,029166667	0,320833333
		2 (Interna)	45	30	15							0	0,016666667	0	0	0	0	0	0	0,016666667		
9	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	8	1 (Externa)	40	15	18	7						0	0,0225	0,0175	0	0	0	0	0	0,04	0,070769231	0,566153846
		2 (Interna)	13	5	8							0	0,030769231	0	0	0	0	0	0	0,030769231		
11	10	1 (Externa)	55	31	21	3						0	0,019090909	0,005454545	0	0	0	0	0	0,024545455	0,052323232	0,523232323
		2 (Interna)	45	23	19	3						0	0,021111111	0,006666667	0	0	0	0	0	0,027777778		
12	9	1 (Externa)	10	5	5							0	0,025	0	0	0	0	0	0	0,025	0,038636364	0,347727273
		2 (Interna)	33	24	9							0	0,013636364	0	0	0	0	0	0	0,013636364		
13	10	1 (Externa)	13	1	12							0	0,046153846	0	0	0	0	0	0	0,046153846	0,096153846	0,961538462
		2 (Interna)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
14	8	1 (Externa)	10	2	8							0	0,04	0	0	0	0	0	0	0,04	0,072142857	0,577142857
		2 (Interna)	14	5	9							0	0,032142857	0	0	0	0	0	0	0,032142857		
15	6	1 (Externa)	9	1	8							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444	0,082375479	0,494252874
		2 (Interna)	29	14	10	4	1					0	0,017241379	0,013793103	0,006896552	0	0	0	0	0,037931034		
16	15	1 (Externa)	47	20	27							0	0,028723404	0	0	0	0	0	0	0,028723404	0,069199595	1,037993921
		2 (Interna)	21	4	17							0	0,04047619	0	0	0	0	0	0	0,04047619		
17	12	1 (Externa)	27	16	10			1				0	0,018518519	0	0	0,014814815	0	0	0	0,033333333	0,051937984	0,623255814
		2 (Interna)	43	27	16							0	0,018604651	0	0	0	0	0	0	0,018604651		
18	6	1 (Externa)	13	2	9	1		1				0	0,034615385	0,007692308	0	0,030769231	0	0	0	0,073076923	0,080624093	0,483744557
		2 (Interna)	53	45	8							0	0,00754717	0	0	0	0	0	0	0,00754717		
19	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	160																					9,456376958
																					SEVERIDAD	0,059102356

Cuadro 22: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 03/02/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	6	1 (Externa)	23		8	15						0	0,017391304	0,065217391	0	0	0	0	0	0,082608696	0,123517787	0,741106719
		2 (Interna)	11	4	5	2						0	0,022727273	0,018181818	0	0	0	0	0	0,040909091		
2	14	1 (Externa)	38	25	10	3						0	0,013157895	0,007894737	0	0	0	0	0	0,021052632	0,043779904	0,61291866
		2 (Interna)	11	6	5							0	0,022727273	0	0	0	0	0	0	0,022727273		
3	8	1 (Externa)	14	10	4							0	0,014285714	0	0	0	0	0	0	0,014285714	0,035119048	0,280952381
		2 (Interna)	12	7	5							0	0,020833333	0	0	0	0	0	0	0,020833333		
4	11	1 (Externa)	15	7	6		2					0	0,02	0	0,026666667	0	0	0	0	0,046666667	0,069393939	0,763333333
		2 (Interna)	11	7	3	1						0	0,013636364	0,009090909	0	0	0	0	0	0,022727273		
5	10	1 (Externa)	27	15	9	2			1			0	0,016666667	0,007407407	0	0	0,022222222	0	0	0,046296296	0,077065527	0,770655271
		2 (Interna)	13	5	8							0	0,030769231	0	0	0	0	0	0	0,030769231		
6	10	1 (Externa)	87	67	15	2				3		0	0,00862069	0,002298851	0	0	0	0,027586207	0	0,038505747	0,052142111	0,521421108
		2 (Interna)	11	8	3							0	0,013636364	0	0	0	0	0	0	0,013636364		
7	6	1 (Externa)	25	5	20							0	0,04	0	0	0	0	0	0	0,04	0,076805556	0,460833333
		2 (Interna)	72	19	53							0	0,036805556	0	0	0	0	0	0	0,036805556		
8	11	1 (Externa)	9	6	3							0	0,016666667	0	0	0	0	0	0	0,016666667	0,077777778	0,855555556
		2 (Interna)	9		7	2						0	0,038888889	0,022222222	0	0	0	0	0	0,061111111		
9	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	8	1 (Externa)	13	6	7							0	0,026923077	0	0	0	0	0	0	0,026923077	0,067832168	0,542657343
		2 (Interna)	11	3	7	1						0	0,031818182	0,009090909	0	0	0	0	0	0,040909091		
11	11	1 (Externa)	12	3	7	1		1				0	0,029166667	0,008333333	0	0,033333333	0	0	0	0,070833333	0,140833333	1,549166667
		2 (Interna)	5	1	1	3						0	0,01	0,06	0	0	0	0	0	0,07		
12	9	1 (Externa)	12	4	6	2						0	0,025	0,016666667	0	0	0	0	0	0,041666667	0,077380952	0,696428571
		2 (Interna)	14	5	8	1						0	0,028571429	0,007142857	0	0	0	0	0	0,035714286		
13	10	1 (Externa)	16	2	14							0	0,04375	0	0	0	0	0	0	0,04375	0,1125	1,125
		2 (Interna)	16		12	3	1					0	0,0375	0,01875	0,0125	0	0	0	0	0,06875		
14	8	1 (Externa)	12	7	5							0	0,020833333	0	0	0	0	0	0	0,020833333	0,056547619	0,452380952
		2 (Interna)	14	5	8	1						0	0,028571429	0,007142857	0	0	0	0	0	0,035714286		
15	6	1 (Externa)	33	11	16	5			1			0	0,024242424	0,015151515	0	0	0,018181818	0	0	0,057575758	0,107575758	0,645454545
		2 (Interna)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
16	15	1 (Externa)	47	18	25	4			1			0	0,026595745	0,008510638	0	0	0,012765957	0	0	0,04787234	0,08196325	1,229448743
		2 (Interna)	44	17	24	3						0	0,027272727	0,006818182	0	0	0	0	0	0,034090909		
17	12	1 (Externa)	22	7	9	4					2	0	0,020454545	0,018181818	0	0	0	0	0,090909091	0,129545455	0,170721925	2,048663102
		2 (Interna)	17	3	14							0	0,041176471	0	0	0	0	0	0	0,041176471		
18	6	1 (Externa)	12	2	7	1		2				0	0,029166667	0,008333333	0	0,066666667	0	0	0	0,104166667	0,154166667	0,925
		2 (Interna)	14	1	12	1						0	0,042857143	0,007142857	0	0	0	0	0	0,05		
19	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	161																					14,22097628
																					SEVERIDAD	0,088329045

Cuadro 23: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 13/03/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	6	1 (Externa)	24	14	6	4						0	0,0125	0,016666667	0	0	0	0	0	0,029166667	0,106439394	0,638636364
		2 (Interna)	11	0	5	6						0	0,022727273	0,054545455	0	0	0	0	0	0,077272727		
2	14	1 (Externa)	33	17	16							0	0,024242424	0	0	0	0	0	0	0,024242424	0,078787879	1,103030303
		2 (Interna)	11		10	1						0	0,045454545	0,009090909	0	0	0	0	0	0,054545455		
3	8	1 (Externa)	20	12	8							0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,02	0,045	0,36
		2 (Interna)	18	10	7	1						0	0,019444444	0,005555556	0	0	0	0	0	0,025		
4	8	1 (Externa)	13	8	3			2				0	0,011538462	0	0	0,061538462	0	0	0	0,073076923	0,098883375	0,791066998
		2 (Interna)	31	15	16							0	0,025806452	0	0	0	0	0	0	0,025806452		
5	10	1 (Externa)	13	2	10	1						0	0,038461538	0,007692308	0	0	0	0	0	0,046153846	0,093028846	0,930288462
		2 (Interna)	16	10	3	2		1				0	0,009375	0,0125	0	0,025	0	0	0	0,046875		
6	12	1 (Externa)	88	60	21	5		2				0	0,011931818	0,005681818	0	0,009090909	0	0	0	0,026704545	0,048926768	0,587121212
		2 (Interna)	9	5	4							0	0,022222222	0	0	0	0	0	0	0,022222222		
7	6	1 (Externa)	26	8	14	4						0	0,026923077	0,015384615	0	0	0	0	0	0,042307692	0,140769231	0,844615385
		2 (Interna)	65	14	26	11	8	6				0	0,02	0,016923077	0,024615385	0,036923077	0	0	0	0,098461538		
8	11	1 (Externa)	10	3	7							0	0,035	0	0	0	0	0	0	0,035	0,085	0,935
		2 (Interna)	10	2	6	2						0	0,03	0,02	0	0	0	0	0	0,05		
9	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	8	1 (Externa)	12	5	6	1						0	0,025	0,008333333	0	0	0	0	0	0,033333333	0,068333333	0,546666667
		2 (Interna)	10	3	7							0	0,035	0	0	0	0	0	0	0,035		
11	11	1 (Externa)	18	5	10	2		1				0	0,027777778	0,011111111	0	0,022222222	0	0	0	0,061111111	0,119444444	1,313888889
		2 (Interna)	12	3	4	5						0	0,016666667	0,041666667	0	0	0	0	0	0,058333333		
12	9	1 (Externa)	12	4	6	2						0	0,025	0,016666667	0	0	0	0	0	0,041666667	0,059166667	0,5325
		2 (Interna)	40	29	8	3						0	0,01	0,0075	0	0	0	0	0	0,0175		
13	10	1 (Externa)	14	2	8	4						0	0,028571429	0,028571429	0	0	0	0	0	0,057142857	0,11547619	1,154761905
		2 (Interna)	6		5	1						0	0,041666667	0,016666667	0	0	0	0	0	0,058333333		
14	8	1 (Externa)	10	1	7	2						0	0,035	0,02	0	0	0	0	0	0,055	0,097307692	0,778461538
		2 (Interna)	13	5	5	3						0	0,019230769	0,023076923	0	0	0	0	0	0,042307692		
15	6	1 (Externa)	26	9	8	6	2	1				0	0,015384615	0,023076923	0,015384615	0,015384615	0	0	0	0,069230769	0,119230769	0,715384615
		2 (Interna)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
16	15	1 (Externa)	62	25	15	13	5	2			2	0	0,012096774	0,020967742	0,016129032	0,012903226	0	0	0,032258065	0,094354839	0,183640553	2,754608295
		2 (Interna)	42	14	11	8	6	3				0	0,013095238	0,019047619	0,028571429	0,028571429	0	0	0	0,089285714		
17	12	1 (Externa)	28	6	14	3	3				2	0	0,025	0,010714286	0,021428571	0	0	0	0,071428571	0,128571429	0,185714286	2,228571429
		2 (Interna)	14		12	2						0	0,042857143	0,014285714	0	0	0	0	0	0,057142857		
18	6	1 (Externa)	13		11	2						0	0,042307692	0,015384615	0	0	0	0	0	0,057692308	0,114835165	0,689010989
		2 (Interna)	14	3	6	5						0	0,021428571	0,035714286	0	0	0	0	0	0,057142857		
19	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	160																					16,90361305
																					SEVERIDAD	0,105647582

Cuadro 24: Datos de severidad correspondientes a San Pedro, con fecha de registro 17/04/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	6	1 (Externa)	20	8	8	3	1					0	0,02	0,015	0,01	0	0	0	0	0,045	0,095	0,57
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
2	14	1 (Externa)	32	19	11	2						0	0,0171875	0,00625	0	0	0	0	0	0,0234375	0,092668269	1,297355769
		2 (Interna)	13	2	8	5						0	0,030769231	0,038461538	0	0	0	0	0	0,069230769		
3	8	1 (Externa)	20	14	6							0	0,015	0	0	0	0	0	0	0,015	0,048333333	0,386666667
		2 (Interna)	18	6	12							0	0,033333333	0	0	0	0	0	0	0,033333333		
4	8	1 (Externa)	12	6	4	1		1				0	0,016666667	0,008333333	0	0,033333333	0	0	0	0,058333333	0,098333333	0,786666667
		2 (Interna)	30	11	16	2	1					0	0,026666667	0,006666667	0,006666667	0	0	0	0	0,04		
5	10	1 (Externa)	25	9	11	1	3		1			0	0,022	0,004	0,024	0	0,024	0	0	0,074	0,097076923	0,970769231
		2 (Interna)	13	7	6							0	0,023076923	0	0	0	0	0	0	0,023076923		
6	12	1 (Externa)	42	28	11	2				1		0	0,013095238	0,004761905	0	0	0	0,019047619	0	0,036904762	0,093154762	1,117857143
		2 (Interna)	8	1	5	2						0	0,03125	0,025	0	0	0	0	0	0,05625		
7	10	1 (Externa)	26	6	12	5	3					0	0,023076923	0,019230769	0,023076923	0	0	0	0	0,065384615	0,160839161	1,608391608
		2 (Interna)	44	19	8	6	7	3	1			0	0,009090909	0,013636364	0,031818182	0,027272727	0,013636364	0	0	0,095454545		
8	11	1 (Externa)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,105555556	1,161111111
		2 (Interna)	9	3	4	1	1					0	0,022222222	0,011111111	0,022222222	0	0	0	0	0,055555556		
9	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	8	1 (Externa)	8		4	2	1	1				0	0,025	0,025	0,025	0,05	0	0	0	0,125	0,175	1,4
		2 (Interna)	10	2	6	2						0	0,03	0,02	0	0	0	0	0	0,05		
11	11	1 (Externa)	16	7	3			6				0	0,009375	0	0	0,15	0	0	0	0,159375	0,209375	2,303125
		2 (Interna)	5		5							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
12	11	1 (Externa)	13	5	5	3						0	0,019230769	0,023076923	0	0	0	0	0	0,042307692	0,05	0,55
		2 (Interna)	13	5		1						0	0	0,007692308	0	0	0	0	0	0,007692308		
13	10	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14	8	1 (Externa)	9	2	4	2	1					0	0,022222222	0,022222222	0,022222222	0	0	0	0	0,066666667	0,108333333	0,866666667
		2 (Interna)	12	4	6	2						0	0,025	0,016666667	0	0	0	0	0	0,041666667		
15	6	1 (Externa)	25	11	5	2			6	1		0	0,01	0,008	0	0	0,144	0,032	0	0,194	0,271777778	1,630666667
		2 (Interna)	9		6	2	1					0	0,033333333	0,022222222	0,022222222	0	0	0	0	0,077777778		
16	15	1 (Externa)	51	14	26	5		5	1			0	0,025490196	0,009803922	0	0,039215686	0,011764706	0	0	0,08627451	0,17377451	2,606617647
		2 (Interna)	24	6	8	3	7					0	0,016666667	0,0125	0,058333333	0	0	0	0	0,0875		
17	12	1 (Externa)	22	6	10	3		2			1	0	0,022727273	0,013636364	0	0,036363636	0	0	0,045454545	0,118181818	0,171753247	2,061038961
		2 (Interna)	14	1	11	2						0	0,039285714	0,014285714	0	0	0	0	0	0,053571429		
18	5	1 (Externa)	13		13							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,132142857	0,660714286
		2 (Interna)	14		11		3					0	0,039285714	0	0,042857143	0	0	0	0	0,082142857		
19	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	165																					19,97764742
																				SEVERIDAD		0,121076651

Cuadro 25: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 23/10/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	25	1 (Externa)	32									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005555556	0,138888889
		2 (Interna)	9		1							0	0,005555556	0	0	0	0	0	0	0,005555556		
2	12	1 (Externa)	11									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	12									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	17	1 (Externa)	13									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	18	1 (Externa)	8									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003846154	0,069230769
		2 (Interna)	13		1							0	0,003846154	0	0	0	0	0	0	0,003846154		
5	15	1 (Externa)	11				1					0	0	0	0,018181818	0	0	0	0	0,018181818	0,023737374	0,356060606
		2 (Interna)	9		1							0	0,005555556	0	0	0	0	0	0	0,005555556		
6	15	1 (Externa)	16		1							0	0,003125	0	0	0	0	0	0	0,003125	0,003125	0,046875
		2 (Interna)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	15	1 (Externa)	8									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,008333333	0,125
		2 (Interna)	12		2							0	0,008333333	0	0	0	0	0	0	0,008333333		
8	12	1 (Externa)	15									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004545455	0,054545455
		2 (Interna)	11		1							0	0,004545455	0	0	0	0	0	0	0,004545455		
9	16	1 (Externa)	9									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005	0,08
		2 (Interna)	10		1							0	0,005	0	0	0	0	0	0	0,005		
10	8	1 (Externa)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0125	0,1
		2 (Interna)	12		3							0	0,0125	0	0	0	0	0	0	0,0125		
11	13	1 (Externa)	9									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,015	0,195
		2 (Interna)	10		3							0	0,015	0	0	0	0	0	0	0,015		
12	14	1 (Externa)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,025	0,35
		2 (Interna)	8		4							0	0,025	0	0	0	0	0	0	0,025		
13	9	1 (Externa)	10			1						0	0	0,01	0	0	0	0	0	0,01	0,026666667	0,24
		2 (Interna)	9		3							0	0,016666667	0	0	0	0	0	0	0,016666667		
14	10	1 (Externa)	11		3							0	0,013636364	0	0	0	0	0	0	0,013636364	0,013636364	0,136363636
		2 (Interna)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15	20	1 (Externa)	9		1							0	0,005555556	0	0	0	0	0	0	0,005555556	0,011111111	0,222222222
		2 (Interna)	9		1							0	0,005555556	0	0	0	0	0	0	0,005555556		
16	12	1 (Externa)	11		3							0	0,013636364	0	0	0	0	0	0	0,013636364	0,013636364	0,163636364
		2 (Interna)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17	15	1 (Externa)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00625	0,09375
		2 (Interna)	8		1							0	0,00625	0	0	0	0	0	0	0,00625		
18	11	1 (Externa)	13									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,11
		2 (Interna)	10		2							0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01		
19	15	1 (Externa)	10		4							0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,02	0,02	0,3
		2 (Interna)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	12	1 (Externa)	7									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	8									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
21	10	1 (Externa)	8									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004166667	0,041666667
		2 (Interna)	12		1							0	0,004166667	0	0	0	0	0	0	0,004166667		
22	17	1 (Externa)	9		2							0	0,011111111	0	0	0	0	0	0	0,011111111	0,011111111	0,188888889
		2 (Interna)	11									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	311																					3,012128497
																					SEVERIDAD	0,009685301

Cuadro 26: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 04/12/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1										
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																	
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)										
1	22	1 (Externa)	18		3	1						0	0,008333333	0,005555556	0	0	0	0	0	0,013888889	0,018540052	0,407881137
		2 (Interna)	43		4							0	0,004651163	0	0	0	0	0	0	0,004651163		
2	14	1 (Externa)	11		4							0	0,018181818	0	0	0	0	0	0	0,018181818	0,021306818	0,298295455
		2 (Interna)	16		1							0	0,003125	0	0	0	0	0	0	0,003125		
3	18	1 (Externa)	11	11								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	15	15								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	18	1 (Externa)	24		1							0	0,002083333	0	0	0	0	0	0	0,002083333	0,008605072	0,154891304
		2 (Interna)	23	20	3							0	0,006521739	0	0	0	0	0	0	0,006521739		
5	19	1 (Externa)	9	8	1							0	0,005555556	0	0	0	0	0	0	0,005555556	0,011111111	0,211111111
		2 (Interna)	9		1							0	0,005555556	0	0	0	0	0	0	0,005555556		
6	23	1 (Externa)	32		3							0	0,0046875	0	0	0	0	0	0	0,0046875	0,006861413	0,1578125
		2 (Interna)	23		1							0	0,002173913	0	0	0	0	0	0	0,002173913		
7	20	1 (Externa)	9		2							0	0,011111111	0	0	0	0	0	0	0,011111111	0,021111111	0,422222222
		2 (Interna)	15		3							0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01		
8	14	1 (Externa)	10		3	2						0	0,015	0,02	0	0	0	0	0	0,035	0,039545455	0,553636364
		2 (Interna)	11		1							0	0,004545455	0	0	0	0	0	0	0,004545455		
9	17	1 (Externa)	14		2							0	0,007142857	0	0	0	0	0	0	0,007142857	0,010989011	0,186813187
		2 (Interna)	13		1							0	0,003846154	0	0	0	0	0	0	0,003846154		
10	16	1 (Externa)	9		2							0	0,011111111	0	0	0	0	0	0	0,011111111	0,013611111	0,21777778
		2 (Interna)	20		1							0	0,0025	0	0	0	0	0	0	0,0025		
11	22	1 (Externa)	15		4							0	0,013333333	0	0	0	0	0	0	0,013333333	0,018333333	0,403333333
		2 (Interna)	10		1							0	0,005	0	0	0	0	0	0	0,005		
12	23	1 (Externa)	23		7	1						0	0,015217391	0,004347826	0	0	0	0	0	0,019565217	0,030091533	0,692105263
		2 (Interna)	19		4							0	0,010526316	0	0	0	0	0	0	0,010526316		
13	14	1 (Externa)	13		2							0	0,007692308	0	0	0	0	0	0	0,007692308	0,018803419	0,263247863
		2 (Interna)	9		2							0	0,011111111	0	0	0	0	0	0	0,011111111		
14	12	1 (Externa)	11			1						0	0	0,009090909	0	0	0	0	0	0,009090909	0,013257576	0,159090909
		2 (Interna)	12		1							0	0,004166667	0	0	0	0	0	0	0,004166667		
15	18	1 (Externa)	7		2							0	0,014285714	0	0	0	0	0	0	0,014285714	0,017410714	0,313392857
		2 (Interna)	16		1							0	0,003125	0	0	0	0	0	0	0,003125		
16	13	1 (Externa)	27		7							0	0,012962963	0	0	0	0	0	0	0,012962963	0,015343915	0,199470899
		2 (Interna)	21		1							0	0,002380952	0	0	0	0	0	0	0,002380952		
17	18	1 (Externa)	11									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
18	19	1 (Externa)	31									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,008333333	0,158333333
		2 (Interna)	12		2							0	0,008333333	0	0	0	0	0	0	0,008333333		
19	22	1 (Externa)	12		1							0	0,004166667	0	0	0	0	0	0	0,004166667	0,019166667	0,421666667
		2 (Interna)	10		3							0	0,015	0	0	0	0	0	0	0,015		
20	18	1 (Externa)	12		2							0	0,008333333	0	0	0	0	0	0	0,008333333	0,008333333	0,15
		2 (Interna)	25									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
21	15	1 (Externa)	10									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002272727	0,034090909
		2 (Interna)	22		1							0	0,002272727	0	0	0	0	0	0	0,002272727		
22	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	375																					5,405173092
																				SEVERIDAD		0,014413795

Cuadro 27: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 06/01/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	18	1 (Externa)	23	8	5							0	0,010869565	0	0	0	0	0	0	0,010869565	0,026494565	0,476902174
		2 (Interna)	16	12	3	1						0	0,009375	0,00625	0	0	0	0	0	0,015625		
2	13	1 (Externa)	11	1	7	3						0	0,031818182	0,027272727	0	0	0	0	0	0,059090909	0,087662338	1,13961039
		2 (Interna)	14	13				1				0	0	0	0	0,028571429	0	0	0	0,028571429		
3	11	1 (Externa)	22	7	4			1				0	0,009090909	0	0	0,018181818	0	0	0	0,027272727	0,043939394	0,483333333
		2 (Interna)	24	9	2	3						0	0,004166667	0,0125	0	0	0	0	0	0,016666667		
4	15	1 (Externa)	11	5	1	3	1	1				0	0,004545455	0,027272727	0,018181818	0,036363636	0	0	0	0,086363636	0,117132867	1,756993007
		2 (Interna)	13	9	2	1	1					0	0,007692308	0,007692308	0,015384615	0	0	0	0	0,030769231		
5	12	1 (Externa)	10	8	2							0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0,017142857	0,205714286
		2 (Interna)	14	12	2							0	0,007142857	0	0	0	0	0	0	0,007142857		
6	15	1 (Externa)	11	8	3							0	0,013636364	0	0	0	0	0	0	0,013636364	0,013636364	0,204545455
		2 (Interna)	15	15								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	17	1 (Externa)	9	7	2							0	0,011111111	0	0	0	0	0	0	0,011111111	0,025396825	0,431746032
		2 (Interna)	14	11	2	1						0	0,007142857	0,007142857	0	0	0	0	0	0,014285714		
8	11	1 (Externa)	10	5	3	2						0	0,015	0,02	0	0	0	0	0	0,035	0,039166667	0,430833333
		2 (Interna)	12	11	1							0	0,004166667	0	0	0	0	0	0	0,004166667		
9	16	1 (Externa)	11	6	2	3						0	0,009090909	0,027272727	0	0	0	0	0	0,036363636	0,048128342	0,770053476
		2 (Interna)	17	15		2						0	0	0,011764706	0	0	0	0	0	0,011764706		
10	12	1 (Externa)	11	8	1	1	1					0	0,004545455	0,009090909	0,018181818	0	0	0	0	0,031818182	0,044318182	0,531818182
		2 (Interna)	16	14		2						0	0	0,0125	0	0	0	0	0	0,0125		
11	15	1 (Externa)	12	6	4	1	1					0	0,016666667	0,008333333	0,016666667	0	0	0	0	0,041666667	0,048809524	0,732142857
		2 (Interna)	14	12	2							0	0,007142857	0	0	0	0	0	0	0,007142857		
12	17	1 (Externa)	6	14	1	1						0	0,008333333	0,016666667	0	0	0	0	0	0,025	0,03125	0,53125
		2 (Interna)	16	4	2							0	0,00625	0	0	0	0	0	0	0,00625		
13	9	1 (Externa)	17	12	1	4						0	0,002941176	0,023529412	0	0	0	0	0	0,026470588	0,053970588	0,485735294
		2 (Interna)	20	15	3		2					0	0,0075	0	0,02	0	0	0	0	0,0275		
14	12	1 (Externa)	13	10	1	1	1					0	0,003846154	0,007692308	0,015384615	0	0	0	0	0,026923077	0,041923077	0,503076923
		2 (Interna)	20	15	4	1						0	0,01	0,005	0	0	0	0	0	0,015		
15	19	1 (Externa)	1						1			0	0	0	0	0	0,6	0	0	0,6	0,6	11,4
		2 (Interna)										0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	13	1 (Externa)										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	7,8
		2 (Interna)	4						4			0	0	0	0	0	0,6	0	0	0,6		
17	19	1 (Externa)	11	3	4	2	2					0	0,018181818	0,018181818	0,036363636	0	0	0	0	0,072727273	0,501298701	9,524675325
		2 (Interna)	7	2				2	1	2		0	0	0	0	0,114285714	0,085714286	0,228571429	0	0,428571429		
18	16	1 (Externa)	13	9	3	1						0	0,011538462	0,007692308	0	0	0	0	0	0,019230769	0,034855769	0,557692308
		2 (Interna)	16	11	5							0	0,015625	0	0	0	0	0	0	0,015625		
19	17	1 (Externa)	12	6	6							0	0,025	0	0	0	0	0	0	0,025	0,052777778	0,897222222
		2 (Interna)	9	5	3	1						0	0,016666667	0,011111111	0	0	0	0	0	0,027777778		
20	12	1 (Externa)	17	14	2	1						0	0,005882353	0,005882353	0	0	0	0	0	0,011764706	0,02540107	0,304812834
		2 (Interna)	11	8	3							0	0,013636364	0	0	0	0	0	0	0,013636364		
21	14	1 (Externa)	11	8	2	1						0	0,009090909	0,009090909	0	0	0	0	0	0,018181818	0,068181818	0,954545455
		2 (Interna)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
22	20	1 (Externa)	13		2	1						0	0,007692308	0,007692308	0	0	0	0	0	0,015384615	0,037606838	0,752136752
		2 (Interna)	9		2	1						0	0,011111111	0,011111111	0	0	0	0	0	0,022222222		
	323																					40,87483964
																				SEVERIDAD		0,126547491

Cuadro 28: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 25/03/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	20	1 (Externa)	15			8						0	0	0,053333333	0	0	0	0	0	0,053333333	0,086666667	1,733333333
		2 (Interna)	9		2	2						0	0,011111111	0,022222222	0	0	0	0	0	0,033333333		
2	11	1 (Externa)	19		2							0	0,005263158	0	0	0	0	0	0	0,005263158	0,009808612	0,107894737
		2 (Interna)	11		1							0	0,004545455	0	0	0	0	0	0	0,004545455		
3	15	1 (Externa)	11		4							0	0,018181818	0	0	0	0	0	0	0,018181818	0,068181818	1,022727273
		2 (Interna)	14			3		1				0	0	0,021428571	0	0,028571429	0	0	0	0,05		
4	14	1 (Externa)	13		1							0	0,003846154	0	0	0	0	0	0	0,003846154	0,159401709	2,231623932
		2 (Interna)	9				3			1		0	0	0	0,066666667	0	0	0,088888889	0	0,155555556		
5	18	1 (Externa)	11		7							0	0,031818182	0	0	0	0	0	0	0,031818182	0,035151515	0,632727273
		2 (Interna)	15		1							0	0,003333333	0	0	0	0	0	0	0,003333333		
6	28	1 (Externa)	14		2	1						0	0,007142857	0,007142857	0	0	0	0	0	0,014285714	0,023376623	0,654545455
		2 (Interna)	11		2							0	0,009090909	0	0	0	0	0	0	0,009090909		
7	22	1 (Externa)	12		1							0	0,004166667	0	0	0	0	0	0	0,004166667	0,054166667	1,191666667
		2 (Interna)	17		1		4					0	0,002941176	0	0,047058824	0	0	0	0	0,05		
8	13	1 (Externa)	11		5			2				0	0,022727273	0	0	0,072727273	0	0	0	0,095454545	0,120454545	1,565909091
		2 (Interna)	10		1	2						0	0,005	0,02	0	0	0	0	0	0,025		
9	18	1 (Externa)	14									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,008333333	0,15
		2 (Interna)	12		2							0	0,008333333	0	0	0	0	0	0	0,008333333		
10	17	1 (Externa)	12		1							0	0,004166667	0	0	0	0	0	0	0,004166667	0,026893939	0,45719697
		2 (Interna)	11		5							0	0,022727273	0	0	0	0	0	0	0,022727273		
11	22	1 (Externa)	9		1	2	2					0	0,005555556	0,022222222	0,044444444	0	0	0	0	0,072222222	0,088888889	1,955555556
		2 (Interna)	12		4							0	0,016666667	0	0	0	0	0	0	0,016666667		
12	22	1 (Externa)	13		2	6						0	0,007692308	0,046153846	0	0	0	0	0	0,053846154	0,080316742	1,766968326
		2 (Interna)	17		5		1					0	0,014705882	0	0,011764706	0	0	0	0	0,026470588		
13	13	1 (Externa)	16		4	6						0	0,0125	0,0375	0	0	0	0	0	0,05	0,091666667	1,191666667
		2 (Interna)	12		8	1						0	0,033333333	0,008333333	0	0	0	0	0	0,041666667		
14	8	1 (Externa)	11		2	1						0	0,009090909	0,009090909	0	0	0	0	0	0,018181818	0,02972028	0,237762238
		2 (Interna)	13		3							0	0,011538462	0	0	0	0	0	0	0,011538462		
15	19	1 (Externa)										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)										0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	12	1 (Externa)	34		1							0	0,001470588	0	0	0	0	0	0	0,001470588	0,101470588	1,217647059
		2 (Interna)	1			1						0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1		
17	20	1 (Externa)	17		1		1	5				0	0,002941176	0	0,011764706	0,117647059	0	0	0	0,132352941	0,544852941	10,89705882
		2 (Interna)	8		2			8				0	0,0125	0	0	0,4	0	0	0	0,4125		
18	14	1 (Externa)	9		2	4						0	0,011111111	0,044444444	0	0	0	0	0	0,055555556	0,073202614	1,024836601
		2 (Interna)	17		4	1						0	0,011764706	0,005882353	0	0	0	0	0	0,017647059		
19	18	1 (Externa)	14		2							0	0,007142857	0	0	0	0	0	0	0,007142857	0,107142857	1,928571429
		2 (Interna)	10			10						0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1		
20	16	1 (Externa)	19		2							0	0,005263158	0	0	0	0	0	0	0,005263158	0,05	0,8
		2 (Interna)	19		1		4					0	0,002631579	0	0,042105263	0	0	0	0	0,044736842		
21	16	1 (Externa)	13		1	1			2			0	0,003846154	0,007692308	0	0	0,092307692	0	0	0,103846154	0,216346154	3,461538462
		2 (Interna)	4		1	2	1					0	0,0125	0,05	0,05	0	0	0	0	0,1125		
22	17	1 (Externa)	5			4						0	0	0,08	0	0	0	0	0	0,08	0,087142857	1,481428571
		2 (Interna)	14		2							0	0,007142857	0	0	0	0	0	0	0,007142857		
	373																					35,71065846
																				SEVERIDAD		0,095739031

Cuadro 29: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 09/10/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	11	1 (Externa)	44			8						0	0	0,018181818	0	0	0	0	0	0,018181818	0,028181818	0,31
		2 (Interna)	30		2	2						0	0,003333333	0,006666667	0	0	0	0	0	0,01		
2	14	1 (Externa)	34		2							0	0,002941176	0	0	0	0	0	0	0,002941176	0,003961585	0,055462185
		2 (Interna)	49		1							0	0,001020408	0	0	0	0	0	0	0,001020408		
3	15	1 (Externa)	14		4							0	0,014285714	0	0	0	0	0	0	0,014285714	0,068131868	1,021978022
		2 (Interna)	13			3		1				0	0	0,023076923	0	0,030769231	0	0	0	0,053846154		
4	18	1 (Externa)	33		1							0	0,001515152	0	0	0	0	0	0	0,001515152	0,068181818	1,227272727
		2 (Interna)	21				3			1		0	0	0	0,028571429	0	0	0,038095238	0	0,066666667		
5	26	1 (Externa)	17		7							0	0,020588235	0	0	0	0	0	0	0,020588235	0,022150735	0,575919118
		2 (Interna)	32		1							0	0,0015625	0	0	0	0	0	0	0,0015625		
6	17	1 (Externa)	31		2	1						0	0,003225806	0,003225806	0	0	0	0	0	0,006451613	0,009392789	0,159677419
		2 (Interna)	34		2							0	0,002941176	0	0	0	0	0	0	0,002941176		
7	25	1 (Externa)	29		1							0	0,001724138	0	0	0	0	0	0	0,001724138	0,04646098	1,161524501
		2 (Interna)	19		1		4					0	0,002631579	0	0,042105263	0	0	0	0	0,044736842		
8	12	1 (Externa)	24		5			2				0	0,010416667	0	0	0,033333333	0	0	0	0,04375	0,0515625	0,61875
		2 (Interna)	32		1	2						0	0,0015625	0,00625	0	0	0	0	0	0,0078125		
9	19	1 (Externa)	15	10	1	2	2					0	0,003333333	0,013333333	0,026666667	0	0	0	0	0,043333333	0,047179487	0,896410256
		2 (Interna)	26	24	2							0	0,003846154	0	0	0	0	0	0	0,003846154		
10	9	1 (Externa)	27		1							0	0,001851852	0	0	0	0	0	0	0,001851852	0,033101852	0,297916667
		2 (Interna)	8		5							0	0,03125	0	0	0	0	0	0	0,03125		
11	17	1 (Externa)	35		1	2	2					0	0,001428571	0,005714286	0,011428571	0	0	0	0	0,018571429	0,022417582	0,381098901
		2 (Interna)	52		4							0	0,003846154	0	0	0	0	0	0	0,003846154		
12	27	1 (Externa)	51		2	6						0	0,001960784	0,011764706	0	0	0	0	0	0,01372549	0,03872549	1,045588235
		2 (Interna)	18		5		1					0	0,013888889	0	0,011111111	0	0	0	0	0,025		
13	12	1 (Externa)	24		4	6						0	0,008333333	0,025	0	0	0	0	0	0,033333333	0,059649123	0,715789474
		2 (Interna)	19		8	1						0	0,021052632	0,005263158	0	0	0	0	0	0,026315789		
14	16	1 (Externa)	16		2	1						0	0,00625	0,00625	0	0	0	0	0	0,0125	0,01875	0,3
		2 (Interna)	24		3							0	0,00625	0	0	0	0	0	0	0,00625		
15	15	1 (Externa)	37	34	1	2						0	0,001351351	0,005405405	0	0	0	0	0	0,006756757	0,008756757	0,131351351
		2 (Interna)	25	24	1							0	0,002	0	0	0	0	0	0	0,002		
16	21	1 (Externa)	19		1							0	0,002631579	0	0	0	0	0	0	0,002631579	0,006203008	0,130263158
		2 (Interna)	28			1						0	0	0,003571429	0	0	0	0	0	0,003571429		
17	24	1 (Externa)	27		1		1	5				0	0,001851852	0	0,007407407	0,074074074	0	0	0	0,083333333	0,160077519	3,841860465
		2 (Interna)	43		2			8				0	0,002325581	0	0	0,074418605	0	0	0	0,076744186		
18	21	1 (Externa)	27		2	4						0	0,003703704	0,014814815	0	0	0	0	0	0,018518519	0,0253367	0,532070707
		2 (Interna)	44		4	1						0	0,004545455	0,002272727	0	0	0	0	0	0,006818182		
19	19	1 (Externa)	46		2							0	0,002173913	0	0	0	0	0	0	0,002173913	0,047628458	0,904940711
		2 (Interna)	22			10						0	0	0,045454545	0	0	0	0	0	0,045454545		
20	17	1 (Externa)	34		2							0	0,002941176	0	0	0	0	0	0	0,002941176	0,024191176	0,41125
		2 (Interna)	40		1		4					0	0,00125	0	0,02	0	0	0	0	0,02125		
21	18	1 (Externa)	45		1	1			2			0	0,001111111	0,002222222	0	0	0,026666667	0	0	0,03	0,04875	0,8775
		2 (Interna)	24		1	2	1					0	0,002083333	0,008333333	0,008333333	0	0	0	0	0,01875		
22	21	1 (Externa)	13			4						0	0	0,030769231	0	0	0	0	0	0,030769231	0,033894231	0,711778846
		2 (Interna)	32		2							0	0,003125	0	0	0	0	0	0	0,003125		
	394																					3,537166781
																					SEVERIDAD	0,008820865

Cuadro 30: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 16/11/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	13	1 (Externa)	23	20	3							0	0,006521739	0	0	0	0	0	0	0,006521739	0,015175585	0,197282609
		2 (Interna)	52	49	1		2					0	0,000961538	0	0,007692308	0	0	0	0	0,008653846		
2	25	1 (Externa)	16	15		1						0	0	0,00625	0	0	0	0	0	0,00625	0,022039474	0,550986842
		2 (Interna)	38	35		2		1				0	0	0,005263158	0	0,010526316	0	0	0	0,015789474		
3	15	1 (Externa)	12	12								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,059090909	0,886363636
		2 (Interna)	11	6	1	2	2					0	0,004545455	0,018181818	0,036363636	0	0	0	0	0,059090909		
4	27	1 (Externa)	21	19	2							0	0,004761905	0	0	0	0	0	0	0,004761905	0,018095238	0,488571429
		2 (Interna)	30	26	2	1	1					0	0,003333333	0,003333333	0,006666667	0	0	0	0	0,013333333		
5	27	1 (Externa)	52	48	2	2						0	0,001923077	0,003846154	0	0	0	0	0	0,005769231	0,012435897	0,335769231
		2 (Interna)	30	27	2	1						0	0,003333333	0,003333333	0	0	0	0	0	0,006666667		
6	23	1 (Externa)	16	16								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	9	9								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	26	1 (Externa)	28	27	1							0	0,001785714	0	0	0	0	0	0	0,001785714	0,051785714	1,346428571
		2 (Interna)	16	12		2	1	1				0	0	0,0125	0,0125	0,025	0	0	0	0,05		
8	11	1 (Externa)	30	29			1					0	0	0	0,006666667	0	0	0	0	0,006666667	0,00780303	0,085833333
		2 (Interna)	44	43	1							0	0,001136364	0	0	0	0	0	0	0,001136364		
9	12	1 (Externa)	21	16	4	1						0	0,00952381	0,004761905	0	0	0	0	0	0,014285714	0,018131868	0,217582418
		2 (Interna)	13	12	1							0	0,003846154	0	0	0	0	0	0	0,003846154		
10	15	1 (Externa)	39	30	5	1	1	2				0	0,006410256	0,002564103	0,005128205	0,020512821	0	0	0	0,034615385	0,052323718	0,784855769
		2 (Interna)	48	43	1	2	1	1				0	0,001041667	0,004166667	0,004166667	0,008333333	0	0	0	0,017708333		
11	26	1 (Externa)	53	50	3							0	0,002830189	0	0	0	0	0	0	0,002830189	0,0639413	1,662473795
		2 (Interna)	9	3	3	2	1					0	0,016666667	0,022222222	0,022222222	0	0	0	0	0,061111111		
12	15	1 (Externa)	32	30		1	1					0	0	0,003125	0,00625	0	0	0	0	0,009375	0,009375	0,140625
		2 (Interna)	25	25								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13	17	1 (Externa)	10	9	1							0	0,005	0	0	0	0	0	0	0,005	0,01	0,17
		2 (Interna)	20	18	2							0	0,005	0	0	0	0	0	0	0,005		
14	15	1 (Externa)	31	30	1							0	0,001612903	0	0	0	0	0	0	0,001612903	0,02452957	0,367943548
		2 (Interna)	24	17	5	1	1					0	0,010416667	0,004166667	0,008333333	0	0	0	0	0,022916667		
15	19	1 (Externa)	10	9	1							0	0,005	0	0	0	0	0	0	0,005	0,013571429	0,257857143
		2 (Interna)	35	30	4	1						0	0,005714286	0,002857143	0	0	0	0	0	0,008571429		
16	26	1 (Externa)	8	8								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	11	11								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17	19	1 (Externa)	10	7	3							0	0,015	0	0	0	0	0	0	0,015	0,024090909	0,457727273
		2 (Interna)	22	19	2	1						0	0,004545455	0,004545455	0	0	0	0	0	0,009090909		
18	15	1 (Externa)	11	6		2	3					0	0	0,018181818	0,054545455	0	0	0	0	0,072727273	0,085547786	1,283216783
		2 (Interna)	39	33	4	1	1					0	0,005128205	0,002564103	0,005128205	0	0	0	0	0,012820513		
19	18	1 (Externa)	32	29	3							0	0,0046875	0	0	0	0	0	0	0,0046875	0,016808712	0,302556818
		2 (Interna)	33	28	4		1					0	0,006060606	0	0,006060606	0	0	0	0	0,012121212		
20	22	1 (Externa)	62	59	3							0	0,002419355	0	0	0	0	0	0	0,002419355	0,029342432	0,645533499
		2 (Interna)	39	36	1			1	1			0	0,001282051	0	0	0,01025641	0,015384615	0	0	0,026923077		
21	24	1 (Externa)	13	9	4							0	0,015384615	0	0	0	0	0	0	0,015384615	0,019732441	0,473578595
		2 (Interna)	23	21	2							0	0,004347826	0	0	0	0	0	0	0,004347826		
22	22	1 (Externa)	18	15	1	1	1					0	0,002777778	0,005555556	0,011111111	0	0	0	0	0,019444444	0,03459596	0,761111111
		2 (Interna)	33	27	4	1	1					0	0,006060606	0,003030303	0,006060606	0	0	0	0	0,015151515		
	432																					10,85107125
																					SEVERIDAD	0,025897545

Cuadro 31: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 21/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1										
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																	
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)										
1	16	1 (Externa)	33	22	9	1		1				0	0,013636364	0,003030303	0	0,012121212	0	0	0	0,028787879	0,045454545	0,727272727
		2 (Interna)	42	35	4	1	2					0	0,004761905	0,002380952	0,00952381	0	0	0	0	0,016666667		
2	21	1 (Externa)	21	17	2		1	1				0	0,004761905	0	0,00952381	0,019047619	0	0	0	0,033333333	0,058333333	1,225
		2 (Interna)	26	20	3	1	2					0	0,005769231	0,003846154	0,015384615	0	0	0	0	0,025		
3	15	1 (Externa)	16	14	2							0	0,00625	0	0	0	0	0	0	0,00625	0,024431818	0,366477273
		2 (Interna)	11	8	2	1						0	0,009090909	0,009090909	0	0	0	0	0	0,018181818		
4	26	1 (Externa)	11	6	5							0	0,022727273	0	0	0	0	0	0	0,022727273	0,067727273	1,760909091
		2 (Interna)	20	17		1		2				0	0	0,005	0	0,04	0	0	0	0,045		
5	24	1 (Externa)	37	34	1	1	1					0	0,001351351	0,002702703	0,005405405	0	0	0	0	0,009459459	0,017151767	0,411642412
		2 (Interna)	13	12		1						0	0	0,007692308	0	0	0	0	0	0,007692308		
6	21	1 (Externa)	48	47		1						0	0	0,002083333	0	0	0	0	0	0,002083333	0,012083333	0,25375
		2 (Interna)	10	9		1						0	0	0,01	0	0	0	0	0	0,01		
7	28	1 (Externa)	28	26	1			1				0	0,001785714	0	0	0,014285714	0	0	0	0,016071429	0,066071429	1,85
		2 (Interna)	18	13		3	1	1				0	0	0,016666667	0,011111111	0,022222222	0	0	0	0,05		
8	17	1 (Externa)	26	25		1						0	0	0,003846154	0	0	0	0	0	0,003846154	0,009660107	0,164221825
		2 (Interna)	43	40	1	2						0	0,001162791	0,004651163	0	0	0	0	0	0,005813953		
9		1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	12	1 (Externa)	19	8	5	3	2	1				0	0,013157895	0,015789474	0,021052632	0,021052632	0	0	0	0,071052632	0,078195489	0,938345865
		2 (Interna)	14	12	2							0	0,007142857	0	0	0	0	0	0	0,007142857		
11	18	1 (Externa)	32	23	2	5	2					0	0,003125	0,015625	0,0125	0	0	0	0	0,03125	0,040340909	0,726136364
		2 (Interna)	11	10		1						0	0	0,009090909	0	0	0	0	0	0,009090909		
12	25	1 (Externa)	57	47	7	1	1	1				0	0,006140351	0,001754386	0,003508772	0,007017544	0	0	0	0,018421053	0,05371517	1,342879257
		2 (Interna)	34	25		6	3					0	0	0,017647059	0,017647059	0	0	0	0	0,035294118		
13	14	1 (Externa)	21	16	4	1						0	0,00952381	0,004761905	0	0	0	0	0	0,014285714	0,031785714	0,445
		2 (Interna)	20	14	5	1						0	0,0125	0,005	0	0	0	0	0	0,0175		
14	19	1 (Externa)	26	21	5							0	0,009615385	0	0	0	0	0	0	0,009615385	0,024615385	0,467692308
		2 (Interna)	10	8	1	1						0	0,005	0,01	0	0	0	0	0	0,015		
15	14	1 (Externa)	35	34	1							0	0,001428571	0	0	0	0	0	0	0,001428571	0,018819876	0,263478261
		2 (Interna)	23	19	2	1	1					0	0,004347826	0,004347826	0,008695652	0	0	0	0	0,017391304		
16	20	1 (Externa)	19	19								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,091666667	1,833333333
		2 (Interna)	12	7		3		2				0	0	0,025	0	0,066666667	0	0	0	0,091666667		
17	34	1 (Externa)	10	7	3							0	0,015	0	0	0	0	0	0	0,015	0,021410256	0,727948718
		2 (Interna)	39	36	1	2						0	0,001282051	0,005128205	0	0	0	0	0	0,006410256		
18	20	1 (Externa)	10	8	2							0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0,05	1
		2 (Interna)	10	6	2	1	1					0	0,01	0,01	0,02	0	0	0	0	0,04		
19	13	1 (Externa)	17	13	1	2	1					0	0,002941176	0,011764706	0,011764706	0	0	0	0	0,026470588	0,076470588	0,994117647
		2 (Interna)	11	6	1	3	1					0	0,004545455	0,027272727	0,018181818	0	0	0	0	0,05		
20	17	1 (Externa)	31	22	7	2						0	0,011290323	0,006451613	0	0	0	0	0	0,017741935	0,043351692	0,736978757
		2 (Interna)	41	36	1	2	1		1			0	0,001219512	0,004878049	0,004878049	0	0,014634146	0	0	0,025609756		
21	21	1 (Externa)	54	50	3	1						0	0,002777778	0,001851852	0	0	0	0	0	0,00462963	0,00462963	0,097222222
		2 (Interna)	30	30								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
22	22	1 (Externa)	24		1	1	2		1		2	0	0,002083333	0,004166667	0,016666667	0	0,025	0	0,083333333	0,13125	0,140709459	3,095608108
		2 (Interna)	37		3		1					0	0,004054054	0	0,005405405	0	0	0	0	0,009459459		
	417																					20,37448272
																				SEVERIDAD		0,046096115

Cuadro 32: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 28/01/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1										
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																	
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)										
1	16	1 (Externa)	34	32	1	1						0	0,001470588	0,002941176	0	0	0	0	0	0,004411765	0,010661765	0,170588235
		2 (Interna)	40	35	5							0	0,00625	0	0	0	0	0	0	0,00625		
2	23	1 (Externa)	19	13		2	3	1				0	0	0,010526316	0,031578947	0,021052632	0	0	0	0,063157895	0,063157895	1,452631579
		2 (Interna)	12	12								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	15	1 (Externa)	11	10	1							0	0,004545455	0	0	0	0	0	0	0,004545455	0,004545455	0,068181818
		2 (Interna)	10	10								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	25	1 (Externa)	24	20	2	2						0	0,004166667	0,008333333	0	0	0	0	0	0,0125	0,094318182	2,357954545
		2 (Interna)	22	13	4		2	3				0	0,009090909	0	0,018181818	0,054545455	0	0	0	0,081818182		
5	26	1 (Externa)	44	39		2	2		1			0	0	0,004545455	0,009090909	0	0,013636364	0	0	0,027272727	0,077272727	2,009090909
		2 (Interna)	12	9		2		1				0	0	0,016666667	0	0,033333333	0	0	0	0,05		
6	21	1 (Externa)	37	34	2	1						0	0,002702703	0,002702703	0	0	0	0	0	0,005405405	0,005405405	0,113513514
		2 (Interna)	9	9								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	26	1 (Externa)	32	27		2		2	1			0	0	0,00625	0	0,025	0,01875	0	0	0,05	0,07173913	1,865217391
		2 (Interna)	23	18	2	2	1					0	0,004347826	0,008695652	0,008695652	0	0	0	0	0,02173913		
8	14	1 (Externa)	17	17								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,007272727	0,101818182
		2 (Interna)	55	47	8							0	0,007272727	0	0	0	0	0	0	0,007272727		
9	8	1 (Externa)	18	7	7	4						0	0,019444444	0,022222222	0	0	0	0	0	0,041666667	0,041666667	0,333333333
		2 (Interna)	11	11								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	17	1 (Externa)	32	25		3	2	2				0	0	0,009375	0,0125	0,025	0	0	0	0,046875	0,065056818	1,105965909
		2 (Interna)	11	7	4							0	0,018181818	0	0	0	0	0	0	0,018181818		
11	26	1 (Externa)	10	10								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,064285714	1,671428571
		2 (Interna)	14	5	6	2		1				0	0,021428571	0,014285714	0	0,028571429	0	0	0	0,064285714		
12	15	1 (Externa)	13	10			3					0	0	0	0,046153846	0	0	0	0	0,046153846	0,075101215	1,126518219
		2 (Interna)	19	11	5	3						0	0,013157895	0,015789474	0	0	0	0	0	0,028947368		
13	19	1 (Externa)	11	9	1	1						0	0,004545455	0,009090909	0	0	0	0	0	0,013636364	0,026136364	0,496590909
		2 (Interna)	48	45		2		1				0	0	0,004166667	0	0,008333333	0	0	0	0,0125		
14	15	1 (Externa)	35	34					1			0	0	0	0	0	0,017142857	0	0	0,017142857	0,078012422	1,170186335
		2 (Interna)	23	18		2	1	1	1			0	0	0,008695652	0,008695652	0,017391304	0,026086957	0	0	0,060869565		
15	21	1 (Externa)	12	12								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	10	10								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	31	1 (Externa)	13	9	3		1					0	0,011538462	0	0,015384615	0	0	0	0	0,026923077	0,046923077	1,454615385
		2 (Interna)	15	13		1	1					0	0	0,006666667	0,013333333	0	0	0	0	0,02		
17	18	1 (Externa)	10	10								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,035294118	0,635294118
		2 (Interna)	51	41		4	5	1				0	0	0,007843137	0,019607843	0,007843137	0	0	0	0,035294118		
18	8	1 (Externa)	43	35	3	5						0	0,003488372	0,011627907	0	0	0	0	0	0,015116279	0,042775854	0,342206828
		2 (Interna)	47	40	2	2	1	2				0	0,00212766	0,004255319	0,004255319	0,017021277	0	0	0	0,027659574		
19	17	1 (Externa)	54	50	4							0	0,003703704	0	0	0	0	0	0	0,003703704	0,033936262	0,576916451
		2 (Interna)	43	38		3	1			1		0	0	0,006976744	0,004651163	0	0	0,018604651	0	0,030232558		
20	21	1 (Externa)	53	49	3	1						0	0,002830189	0,001886792	0	0	0	0	0	0,004716981	0,01380789	0,289965695
		2 (Interna)	11	9	2							0	0,009090909	0	0	0	0	0	0	0,009090909		
21	22	1 (Externa)	28	22		3	1	2				0	0	0,010714286	0,007142857	0,028571429	0	0	0	0,046428571	0,088095238	1,938095238
		2 (Interna)	24	20			3	1				0	0	0	0,025	0,016666667	0	0	0	0,041666667		
22	25	1 (Externa)	12	9		2		1				0	0	0,016666667	0	0,033333333	0	0	0	0,05	0,075925926	1,898148148
		2 (Interna)	27	20		7						0	0	0,025925926	0	0	0	0	0	0,025925926		
	429																					21,00767308
																				SEVERIDAD		0,048968935

Cuadro 33: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 27/02/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1										
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																	
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)										
1	15	1 (Externa)	14	0			10	2		2		0	0	0	0,142857143	0,057142857	0	0,114285714	0	0,314285714	0,595054945	8,925824176
		2 (Interna)	26	0		3	12	10	1			0	0	0,011538462	0,092307692	0,153846154	0,023076923	0	0	0,280769231		
2	23	1 (Externa)	36	17		15	1	1		2		0	0	0,041666667	0,005555556	0,011111111	0	0,044444444	0	0,102777778	0,131038647	3,013888889
		2 (Interna)	46	39		5		2				0	0	0,010869565	0	0,017391304	0	0	0	0,02826087		
3	20	1 (Externa)	46	26	4	13			1		2	0	0,004347826	0,02826087	0	0	0,013043478	0	0,043478261	0,089130435	0,089130435	1,782608696
		2 (Interna)	5	5								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	24	1 (Externa)	21	8		3	6		3		1	0	0	0,014285714	0,057142857	0	0,085714286	0	0,047619048	0,204761905	0,511011905	12,26428571
		2 (Interna)	16	5		5		2		2	2	0	0	0,03125	0	0,05	0	0,1	0,125	0,30625		
5	25	1 (Externa)	16	10	6							0	0,01875	0	0	0	0	0	0	0,01875	0,060641892	1,516047297
		2 (Interna)	37	17	13	5	2					0	0,017567568	0,013513514	0,010810811	0	0	0	0	0,041891892		
6	22	1 (Externa)	32	11	15			5	1			0	0,0234375	0	0	0,0625	0,01875	0	0	0,1046875	0,238020833	5,236458333
		2 (Interna)	9	2		6			1			0	0	0,066666667	0	0	0,066666667	0	0	0,133333333		
7	24	1 (Externa)	4	1			1	1	1			0	0	0	0,05	0,1	0,15	0	0	0,3	0,382352941	9,176470588
		2 (Interna)	17	11		4		1	1			0	0	0,023529412	0	0,023529412	0,035294118	0	0	0,082352941		
8	16	1 (Externa)	36	3	15	6	6	6				0	0,020833333	0,016666667	0,033333333	0,066666667	0	0	0	0,1375	0,186217949	2,979487179
		2 (Interna)	39	25		9	5					0	0	0,023076923	0,025641026	0	0	0	0	0,048717949		
9	8	1 (Externa)	37	20		10	3	2	1		1	0	0	0,027027027	0,016216216	0,021621622	0,016216216	0	0,027027027	0,108108108	0,108108108	0,864864865
		2 (Interna)	11	11								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	15	1 (Externa)	21	3		3	9	6				0	0	0,014285714	0,085714286	0,114285714	0	0	0	0,214285714	0,434285714	6,514285714
		2 (Interna)	10	1			7	2				0	0	0	0,14	0,08	0	0	0	0,22		
11	24	1 (Externa)	58	44		12	2					0	0	0,020689655	0,006896552	0	0	0	0	0,027586207	0,327586207	7,862068966
		2 (Interna)	6	2			1	2		1		0	0	0	0,033333333	0,133333333	0	0,133333333	0	0,3		
12	11	1 (Externa)	30	19		1		5	2	3		0	0	0,003333333	0	0,066666667	0,04	0,08	0	0,19	0,266923077	2,936153846
		2 (Interna)	26	15		6	3	2				0	0	0,023076923	0,023076923	0,030769231	0	0	0	0,076923077		
13	17	1 (Externa)	11	3	2	3	3					0	0,009090909	0,027272727	0,054545455	0	0	0	0	0,090909091	0,231818182	3,940909091
		2 (Interna)	11	0	7		3		1			0	0,031818182	0	0,054545455	0	0,054545455	0	0	0,140909091		
14	15	1 (Externa)	47	33		8	6					0	0	0,017021277	0,025531915	0	0	0	0	0,042553191	0,089219858	1,338297872
		2 (Interna)	15	10		3	2					0	0	0,02	0,026666667	0	0	0	0	0,046666667		
15	19	1 (Externa)	11	0			3	4	4			0	0	0	0,054545455	0,145454545	0,218181818	0	0	0,418181818	0,418181818	7,945454545
		2 (Interna)	10	10								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	26	1 (Externa)	12	0		3	4	5				0	0	0,025	0,066666667	0,166666667	0	0	0	0,258333333	0,305392157	7,940196078
		2 (Interna)	34	30				4				0	0	0	0	0,047058824	0	0	0	0,047058824		
17	20	1 (Externa)	10	0		7	2			1		0	0	0,07	0,04	0	0	0,08	0	0,19	0,406326531	8,126530612
		2 (Interna)	49	0		32	9		4	4		0	0	0,065306122	0,036734694	0	0,048979592	0,065306122	0	0,216326531		
18	16	1 (Externa)	12	6		4	2					0	0	0,033333333	0,033333333	0	0	0	0	0,066666667	0,178861789	2,861788618
		2 (Interna)	41	19		10	8	3		1		0	0	0,024390244	0,03902439	0,029268293	0	0,019512195	0	0,112195122		
19	16	1 (Externa)	29	16		10	3					0	0	0,034482759	0,020689655	0	0	0	0	0,055172414	0,184902144	2,958434296
		2 (Interna)	37	24			7	3	2		1	0	0	0	0,037837838	0,032432432	0,032432432	0	0,027027027	0,12972973		
20	20	1 (Externa)	49	30			12	7				0	0	0	0,048979592	0,057142857	0	0	0	0,106122449	0,165381708	3,307634165
		2 (Interna)	54	36		8	9		1			0	0	0,014814815	0,033333333	0	0,011111111	0	0	0,059259259		
21	23	1 (Externa)	20	7	7	4	2					0	0,0175	0,02	0,02	0	0	0	0	0,0575	0,1255	2,8865
		2 (Interna)	25	16		3	5	1				0	0	0,012	0,04	0,016	0	0	0	0,068		
22	24	1 (Externa)	35	19			8		7	1		0	0	0	0,045714286	0	0,12	0,022857143	0	0,188571429	0,61	14,64
		2 (Interna)	14	2	2			3	5	2		0	0,007142857	0	0	0,085714286	0,214285714	0,114285714	0	0,421428571		
	423																					119,0181895
																					SEVERIDAD	0,281366878

Cuadro 34: Datos de severidad correspondientes a Concordia, con fecha de registro 27/03/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1										
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																	
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)										
1	13	1 (Externa)	26	0	12	7	4	3				0	0,023076923	0,026923077	0,030769231	0,046153846	0	0	0	0,126923077	0,218589744	2,841666667
		2 (Interna)	12	0	6	4	2					0	0,025	0,033333333	0,033333333	0	0	0	0	0,091666667		
2	23	1 (Externa)	27	21	4		2					0	0,007407407	0	0,014814815	0	0	0	0	0,022222222	0,078743961	1,811111111
		2 (Interna)	23	14		5	4					0	0	0,02173913	0,034782609	0	0	0	0	0,056521739		
3	16	1 (Externa)	35	25		6		2	1	1		0	0	0,017142857	0	0,022857143	0,017142857	0,022857143	0	0,08	0,102413793	1,63862069
		2 (Interna)	29	21	5	2	1					0	0,00862069	0,006896552	0,006896552	0	0	0	0	0,022413793		
4	24	1 (Externa)	0	0								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	14,4
		2 (Interna)	4	0					4			0	0	0	0	0	0,6	0	0	0,6		
5	22	1 (Externa)	24	9	5	4	6					0	0,010416667	0,016666667	0,05	0	0	0	0	0,077083333	0,14375	3,1625
		2 (Interna)	18	11		4	2	1				0	0	0,022222222	0,022222222	0,022222222	0	0	0	0,066666667		
6	22	1 (Externa)	9	0		5	4					0	0	0,055555556	0,088888889	0	0	0	0	0,144444444	0,313675214	6,900854701
		2 (Interna)	13	1		10			2			0	0	0,076923077	0	0	0,092307692	0	0	0,169230769		
7	27	1 (Externa)	4	2	2							0	0,025	0	0	0	0	0	0	0,025	0,267105263	7,211842105
		2 (Interna)	19	7		2		9		1		0	0	0,010526316	0	0,189473684	0	0,042105263	0	0,242105263		
8	14	1 (Externa)	3	1	1	1						0	0,016666667	0,033333333	0	0	0	0	0	0,05	0,65	9,1
		2 (Interna)	1	0					1			0	0	0	0	0	0,6	0	0	0,6		
9	8	1 (Externa)	11	5			3		3			0	0	0	0,054545455	0	0,163636364	0	0	0,218181818	0,33961039	2,716883117
		2 (Interna)	42	14	14	8		2	2	2		0	0,016666667	0,019047619	0	0,019047619	0,028571429	0,038095238	0	0,121428571		
10	16	1 (Externa)	20	6		7	6				1	0	0	0,035	0,06	0	0	0	0,05	0,145	0,545	8,72
		2 (Interna)	11	4			1		4	1	1	0	0	0	0,018181818	0	0,218181818	0,072727273	0,090909091	0,4		
11	25	1 (Externa)	9	6			1		1		1	0	0	0	0,022222222	0	0,066666667	0	0,111111111	0,2	0,2	5
		2 (Interna)	0	0								0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	11	1 (Externa)	15	13		1		1				0	0	0,006666667	0	0,026666667	0	0	0	0,033333333	0,533333333	5,866666667
		2 (Interna)	2	0				1	1			0	0	0	0	0,2	0,3	0	0	0,5		
13	7	1 (Externa)	8	3			4				1	0	0	0	0,1	0	0	0	0,125	0,225	0,3	2,1
		2 (Interna)	8	0	6	1	1					0	0,0375	0,0125	0,025	0	0	0	0	0,075		
14	15	1 (Externa)	17	8			6	1	2			0	0	0	0,070588235	0,023529412	0,070588235	0	0	0,164705882	0,531372549	7,970588235
		2 (Interna)	3	0		1		1	1			0	0	0,033333333	0	0,133333333	0,2	0	0	0,366666667		
15	17	1 (Externa)	40	1	26	5	4		1	3		0	0,0325	0,0125	0,02	0	0,015	0,06	0	0,14	0,262222222	4,457777778
		2 (Interna)	36	18		8	7		2		1	0	0	0,022222222	0,038888889	0	0,033333333	0	0,027777778	0,122222222		
16	27	1 (Externa)	12	0	4	4	3			1		0	0,016666667	0,033333333	0,05	0	0	0,066666667	0	0,166666667	0,275757576	7,445454545
		2 (Interna)	11	5		4		2				0	0	0,036363636	0	0,072727273	0	0	0	0,109090909		
17	20	1 (Externa)	12	3		4	3	2				0	0	0,033333333	0,05	0,066666667	0	0	0	0,15	0,242424242	4,848484848
		2 (Interna)	33	0	21	4	8					0	0,031818182	0,012121212	0,048484848	0	0	0	0	0,092424242		
18	15	1 (Externa)	8	4			4					0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0,224	3,36
		2 (Interna)	25	-1	18	4		3	1			0	0,036	0,016	0	0,048	0,024	0	0	0,124		
19	15	1 (Externa)	34	18		6	5	3		2		0	0	0,017647059	0,029411765	0,035294118	0	0,047058824	0	0,129411765	0,376911765	5,653676471
		2 (Interna)	20	4	3	2	3	5	2	1		0	0,0075	0,01	0,03	0,1	0,06	0,04	0	0,2475		
20	21	1 (Externa)	30	16		6	5	2		1		0	0	0,02	0,033333333	0,026666667	0	0,026666667	0	0,106666667	0,17	3,57
		2 (Interna)	30	0	24	5	1					0	0,04	0,016666667	0,006666667	0	0	0	0	0,063333333		
21	23	1 (Externa)	14	5	6	2	1					0	0,021428571	0,014285714	0,014285714	0	0	0	0	0,05	0,093243243	2,144594595
		2 (Interna)	37	24		10	3					0	0	0,027027027	0,016216216	0	0	0	0	0,043243243		
22	25	1 (Externa)	5	0	2	3						0	0,02	0,06	0	0	0	0	0	0,08	0,22137931	5,534482759
		2 (Interna)	29	17		3	4		5			0	0	0,010344828	0,027586207	0	0,103448276	0	0	0,14137931		
	406																					116,4552043
																					SEVERIDAD	0,286835479

Cuadro 35: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 25/11/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	6	1 (Externa)	11	4	7							0	0,031818182	0	0	0	0	0	0	0,031818182	0,070948617	0,4256917
		2 (Interna)	23	5	18							0	0,039130435	0	0	0	0	0	0	0,039130435		
2	10	1 (Externa)	20	7	12	1						0	0,03	0,005	0	0	0	0	0	0,035	0,0775	0,775
		2 (Interna)	20	3	17							0	0,0425	0	0	0	0	0	0	0,0425		
3	9	1 (Externa)	17	3	14							0	0,041176471	0	0	0	0	0	0	0,041176471	0,055462185	0,499159664
		2 (Interna)	7	5	2							0	0,014285714	0	0	0	0	0	0	0,014285714		
4	16	1 (Externa)	15	2	13							0	0,043333333	0	0	0	0	0	0	0,043333333	0,090701754	1,45122807
		2 (Interna)	19	1	18							0	0,047368421	0	0	0	0	0	0	0,047368421		
5	10	1 (Externa)	13	5	8							0	0,030769231	0	0	0	0	0	0	0,030769231	0,050769231	0,507692308
		2 (Interna)	5	3	2							0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,02		
6	8	1 (Externa)	8	2	3	3						0	0,01875	0,0375	0	0	0	0	0	0,05625	0,094485294	0,755882353
		2 (Interna)	34	8	26							0	0,038235294	0	0	0	0	0	0	0,038235294		
7	10	1 (Externa)	28	3	25							0	0,044642857	0	0	0	0	0	0	0,044642857	0,085267857	0,852678571
		2 (Interna)	16	3	13							0	0,040625	0	0	0	0	0	0	0,040625		
8	7	1 (Externa)	5		5							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,089285714	0,625
		2 (Interna)	14	3	11							0	0,039285714	0	0	0	0	0	0	0,039285714		
9	21	1 (Externa)	1			1						0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,147222222	3,091666667
		2 (Interna)	18	1	17							0	0,047222222	0	0	0	0	0	0	0,047222222		
10	16	1 (Externa)	7	2	5							0	0,035714286	0	0	0	0	0	0	0,035714286	0,135714286	2,171428571
		2 (Interna)	1			1						0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1		
11	18	1 (Externa)	12	4	8							0	0,033333333	0	0	0	0	0	0	0,033333333	0,076190476	1,371428571
		2 (Interna)	21	3	18							0	0,042857143	0	0	0	0	0	0	0,042857143		
12	12	1 (Externa)	3				2	1				0	0	0	0,133333333	0,133333333	0	0	0	0,266666667	0,341666667	4,1
		2 (Interna)	2		1	1						0	0,025	0,05	0	0	0	0	0	0,075		
13	14	1 (Externa)	26	7	19							0	0,036538462	0	0	0	0	0	0	0,036538462	0,111538462	1,561538462
		2 (Interna)	2		1	1						0	0,025	0,05	0	0	0	0	0	0,075		
14	4	1 (Externa)	9	1	8							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444	0,088194444	0,352777778
		2 (Interna)	8	1	7							0	0,04375	0	0	0	0	0	0	0,04375		
15	3	1 (Externa)	6	2	4							0	0,033333333	0	0	0	0	0	0	0,033333333	0,083333333	0,25
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
16	10	1 (Externa)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,085714286	0,857142857
		2 (Interna)	7	2	5							0	0,035714286	0	0	0	0	0	0	0,035714286		
17	12	1 (Externa)	1		1							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,127777778	1,533333333
		2 (Interna)	9	2	6			1				0	0,033333333	0	0	0,044444444	0	0	0	0,077777778		
18	6	1 (Externa)	22	7	15							0	0,034090909	0	0	0	0	0	0	0,034090909	0,048376623	0,29025974
		2 (Interna)	14	10	4							0	0,014285714	0	0	0	0	0	0	0,014285714		
19	16	1 (Externa)	29	6	23							0	0,039655172	0	0	0	0	0	0	0,039655172	0,064655172	1,034482759
		2 (Interna)	6	3	3							0	0,025	0	0	0	0	0	0	0,025		
20	13	1 (Externa)	17	5	12							0	0,035294118	0	0	0	0	0	0	0,035294118	0,071657754	0,931550802
		2 (Interna)	11	3	8							0	0,036363636	0	0	0	0	0	0	0,036363636		
21	3	1 (Externa)	9	1	8							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444	0,069444444	0,208333333
		2 (Interna)	8	4	4							0	0,025	0	0	0	0	0	0	0,025		
22	11	1 (Externa)	9	1	8							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444	0,081944444	0,901388889
		2 (Interna)	8	2	6							0	0,0375	0	0	0	0	0	0	0,0375		
	235																					24,54766443
																				SEVERIDAD		0,104458147

Cuadro 36: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 13/12/08 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	6	1 (Externa)	20	12	8							0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,02	0,040454545	0,242727273
		2 (Interna)	22	13	9							0	0,020454545	0	0	0	0	0	0	0,020454545		
2	5	1 (Externa)	11	5	6							0	0,027272727	0	0	0	0	0	0	0,027272727	0,064772727	0,323863636
		2 (Interna)	12	3	9							0	0,0375	0	0	0	0	0	0	0,0375		
3	4	1 (Externa)	27	3	24							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444	0,086111111	0,344444444
		2 (Interna)	24	4	20							0	0,041666667	0	0	0	0	0	0	0,041666667		
4	6	1 (Externa)	32		27	5						0	0,0421875	0,015625	0	0	0	0	0	0,0578125	0,09755609	0,585336538
		2 (Interna)	39	8	31							0	0,03974359	0	0	0	0	0	0	0,03974359		
5	8	1 (Externa)	10	3	6	1						0	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0,04	0,09	0,72
		2 (Interna)	10	1	8	1						0	0,04	0,01	0	0	0	0	0	0,05		
6	6	1 (Externa)	55	4	51							0	0,046363636	0	0	0	0	0	0	0,046363636	0,096363636	0,578181818
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
7	7	1 (Externa)	10	1	9							0	0,045	0	0	0	0	0	0	0,045	0,104090909	0,728636364
		2 (Interna)	11		9	2						0	0,040909091	0,018181818	0	0	0	0	0	0,059090909		
8	6	1 (Externa)	26	6	20							0	0,038461538	0	0	0	0	0	0	0,038461538	0,088461538	0,530769231
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
9	12	1 (Externa)	18		14	4						0	0,038888889	0,022222222	0	0	0	0	0	0,061111111	0,126111111	1,513333333
		2 (Interna)	20		14	6						0	0,035	0,03	0	0	0	0	0	0,065		
10	10	1 (Externa)	20		20							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,114	1,14
		2 (Interna)	25		24			1				0	0,048	0	0	0,016	0	0	0	0,064		
11	10	1 (Externa)	15	1	14							0	0,046666667	0	0	0	0	0	0	0,046666667	0,094285714	0,942857143
		2 (Interna)	21	1	20							0	0,047619048	0	0	0	0	0	0	0,047619048		
12	9	1 (Externa)	30	5	25							0	0,041666667	0	0	0	0	0	0	0,041666667	0,079166667	0,7125
		2 (Interna)	20	8	9	3						0	0,0225	0,015	0	0	0	0	0	0,0375		
13		1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14	5	1 (Externa)	13		11	2						0	0,042307692	0,015384615	0	0	0	0	0	0,057692308	0,110470085	0,552350427
		2 (Interna)	18	1	15	2						0	0,041666667	0,011111111	0	0	0	0	0	0,052777778		
15	3	1 (Externa)	14		12	2						0	0,042857143	0,014285714	0	0	0	0	0	0,057142857	0,09047619	0,271428571
		2 (Interna)	27	9	18							0	0,033333333	0	0	0	0	0	0	0,033333333		
16	7	1 (Externa)	22	2	20							0	0,045454545	0	0	0	0	0	0	0,045454545	0,114204545	0,799431818
		2 (Interna)	8		5	3						0	0,03125	0,0375	0	0	0	0	0	0,06875		
17	9	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,45
		2 (Interna)	14		14							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
18	7	1 (Externa)	16	3	13							0	0,040625	0	0	0	0	0	0	0,040625	0,081534091	0,570738636
		2 (Interna)	22	4	18							0	0,040909091	0	0	0	0	0	0	0,040909091		
19	14	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,7
		2 (Interna)	20		20							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
20	10	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,103846154	1,038461538
		2 (Interna)	26	5	14		5	1	1			0	0,026923077	0	0,038461538	0,015384615	0,023076923	0	0	0,103846154		
21	7	1 (Externa)	20		18		2					0	0,045	0	0,02	0	0	0	0	0,065	0,104285714	0,73
		2 (Interna)	14	3	11							0	0,039285714	0	0	0	0	0	0	0,039285714		
22	7	1 (Externa)	15	2	13							0	0,043333333	0	0	0	0	0	0	0,043333333	0,093333333	0,653333333
		2 (Interna)	24		24							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
	158																					14,12839411
																					SEVERIDAD	0,089420216

Cuadro 37: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 02/01/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1										
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																	
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)										
1	3	1 (Externa)	36		31	4	1					0	0,043055556	0,011111111	0,005555556	0	0	0	0	0,059722222	0,128143275	0,384429825
		2 (Interna)	19		16	1	2					0	0,042105263	0,005263158	0,021052632	0	0	0	0	0,068421053		
2	3	1 (Externa)	22	2	17	1	2					0	0,038636364	0,004545455	0,018181818	0	0	0	0	0,061363636	0,143363636	0,430090909
		2 (Interna)	25	1	21		1	2				0	0,042	0	0,008	0,032	0	0	0	0,082		
3	3	1 (Externa)	17		13	4						0	0,038235294	0,023529412	0	0	0	0	0	0,061764706	0,114145658	0,342436975
		2 (Interna)	21		20	1						0	0,047619048	0,004761905	0	0	0	0	0	0,052380952		
4	8	1 (Externa)	21		21							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,108064516	0,864516129
		2 (Interna)	31		26	5						0	0,041935484	0,016129032	0	0	0	0	0	0,058064516		
5	10	1 (Externa)	17		16	1						0	0,047058824	0,005882353	0	0	0	0	0	0,052941176	0,127941176	1,279411765
		2 (Interna)	16	1	12	2		1				0	0,0375	0,0125	0	0,025	0	0	0	0,075		
6	6	1 (Externa)	19		18	1						0	0,047368421	0,005263158	0	0	0	0	0	0,052631579	0,115131579	0,690789474
		2 (Interna)	8		6	2						0	0,0375	0,025	0	0	0	0	0	0,0625		
7	7	1 (Externa)	15	1	14							0	0,046666667	0	0	0	0	0	0	0,046666667	0,098055556	0,686388889
		2 (Interna)	36		35	1						0	0,048611111	0,002777778	0	0	0	0	0	0,051388889		
8	6	1 (Externa)	20	2	18							0	0,045	0	0	0	0	0	0	0,045	0,099347826	0,596086957
		2 (Interna)	23		21	2						0	0,045652174	0,008695652	0	0	0	0	0	0,054347826		
9	14	1 (Externa)	32	5	23	4						0	0,0359375	0,0125	0	0	0	0	0	0,0484375	0,11471657	1,606031977
		2 (Interna)	43		41			2				0	0,047674419	0	0	0,018604651	0	0	0	0,06627907		
10	8	1 (Externa)	18	2	16							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444	0,107777778	0,862222222
		2 (Interna)	15		11	4						0	0,036666667	0,026666667	0	0	0	0	0	0,063333333		
11	9	1 (Externa)	7		6			1				0	0,042857143	0	0	0,057142857	0	0	0	0,1	0,15	1,35
		2 (Interna)	17		17							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
12	6	1 (Externa)	11		9	2						0	0,040909091	0,018181818	0	0	0	0	0	0,059090909	0,150757576	0,904545455
		2 (Interna)	18		15	1		2				0	0,041666667	0,005555556	0	0,044444444	0	0	0	0,091666667		
13	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14	3	1 (Externa)	23		17	6						0	0,036956522	0,026086957	0	0	0	0	0	0,063043478	0,113043478	0,339130435
		2 (Interna)	37	1	35	1						0	0,047297297	0,002702703	0	0	0	0	0	0,05		
15	2	1 (Externa)	27	1	23	3						0	0,042592593	0,011111111	0	0	0	0	0	0,053703704	0,096203704	0,192407407
		2 (Interna)	20	4	15	1						0	0,0375	0,005	0	0	0	0	0	0,0425		
16	6	1 (Externa)	23	1	18	4						0	0,039130435	0,017391304	0	0	0	0	0	0,056521739	0,111067194	0,666403162
		2 (Interna)	11		10	1						0	0,045454545	0,009090909	0	0	0	0	0	0,054545455		
17	10	1 (Externa)	15		7	8						0	0,023333333	0,053333333	0	0	0	0	0	0,076666667	0,203137255	2,031372549
		2 (Interna)	17		9	7					1	0	0,026470588	0,041176471	0	0	0	0	0,058823529	0,126470588		
18	5	1 (Externa)	26	1	21	4						0	0,040384615	0,015384615	0	0	0	0	0	0,055769231	0,101923077	0,509615385
		2 (Interna)	26	3	22	1						0	0,042307692	0,003846154	0	0	0	0	0	0,046153846		
19		1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	10	1 (Externa)	33	4	26	1	2					0	0	0,003030303	0,012121212	0	0	0	0	0,015151515	0,093901515	0,939015152
		2 (Interna)	40	3	33	1		2	1			0	0,04125	0,0025	0	0,02	0,015	0	0	0,07875		
21	4	1 (Externa)	29		25	1	3					0	0,043103448	0,003448276	0,020689655	0	0	0	0	0,067241379	0,119622332	0,478489327
		2 (Interna)	21		20	1						0	0,047619048	0,004761905	0	0	0	0	0	0,052380952		
22	5	1 (Externa)	23	7	14	2						0	0,030434783	0,008695652	0	0	0	0	0	0,039130435	0,092701863	0,463509317
		2 (Interna)	28	2	22	4						0	0,039285714	0,014285714	0	0	0	0	0	0,053571429		
	128																					15,61689331
																				SEVERIDAD	0,122006979	

Cuadro 38: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 03/06/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	6	1 (Externa)	12	8	4							0	0,016666667	0	0	0	0	0	0	0,016666667	0,202083333	1,2125
		2 (Interna)	24		1	16		7				0	0,002083333	0,066666667	0	0,116666667	0	0	0	0,185416667		
2	4	1 (Externa)	18	3	15							0	0,041666667	0	0	0	0	0	0	0,041666667	0,081666667	0,326666667
		2 (Interna)	10	2	8							0	0,04	0	0	0	0	0	0	0,04		
3	5	1 (Externa)	15	2	13							0	0,043333333	0	0	0	0	0	0	0,043333333	0,093333333	0,466666667
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
4	9	1 (Externa)	68		54		11		2	1		0	0,039705882	0	0,032352941	0	0,017647059	0,011764706	0	0,101470588	0,148137255	1,333235294
		2 (Interna)	15	2	12	1						0	0,04	0,006666667	0	0	0	0	0	0,046666667		
5	7	1 (Externa)	24		19		3	2				0	0,039583333	0	0,025	0,033333333	0	0	0	0,097916667	0,138825758	0,971780303
		2 (Interna)	11	2	9							0	0,040909091	0	0	0	0	0	0	0,040909091		
6	7	1 (Externa)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,095454545	0,668181818
		2 (Interna)	11	1	10							0	0,045454545	0	0	0	0	0	0	0,045454545		
7	8	1 (Externa)	12	2	10							0	0,041666667	0	0	0	0	0	0	0,041666667	0,097916667	0,783333333
		2 (Interna)	24		21	3						0	0,04375	0,0125	0	0	0	0	0	0,05625		
8	7	1 (Externa)	16		13	2	1					0	0,040625	0,0125	0,0125	0	0	0	0	0,065625	0,117897727	0,825284091
		2 (Interna)	22	1	19	2						0	0,043181818	0,009090909	0	0	0	0	0	0,052272727		
9	12	1 (Externa)	13		13							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,0925	1,11
		2 (Interna)	20	3	17							0	0,0425	0	0	0	0	0	0	0,0425		
10	10	1 (Externa)	11	3	8							0	0,036363636	0	0	0	0	0	0	0,036363636	0,096889952	0,968899522
		2 (Interna)	19		15	4						0	0,039473684	0,021052632	0	0	0	0	0	0,060526316		
11	9	1 (Externa)	11	1	10							0	0,045454545	0	0	0	0	0	0	0,045454545	0,090454545	0,814090909
		2 (Interna)	10	2	7	1						0	0,035	0,01	0	0	0	0	0	0,045		
12	9	1 (Externa)	14		12	2						0	0,042857143	0,014285714	0	0	0	0	0	0,057142857	0,107142857	0,964285714
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
13	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14	4	1 (Externa)	15		15							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,105172414	0,420689655
		2 (Interna)	29	4	24			1				0	0,04137931	0	0	0,013793103	0	0	0	0,055172414		
15	3	1 (Externa)	33		21	2			10			0	0,031818182	0,006060606	0	0	0,181818182	0	0	0,21969697	0,400649351	1,201948052
		2 (Interna)	21	5	8		2	3	3			0	0,019047619	0	0,019047619	0,057142857	0,085714286	0	0	0,180952381		
16	11	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,186111111	2,047222222
		2 (Interna)	18		11	3		4				0	0,030555556	0,016666667	0	0,088888889	0	0	0	0,136111111		
17	7	1 (Externa)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,086666667	0,606666667
		2 (Interna)	15	4	11							0	0,036666667	0	0	0	0	0	0	0,036666667		
18	5	1 (Externa)	8	1	7							0	0,04375	0	0	0	0	0	0	0,04375	0,075	0,375
		2 (Interna)	8	3	5							0	0,03125	0	0	0	0	0	0	0,03125		
19	0	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	13	1 (Externa)	10	2	8							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,070689655	0,918965517
		2 (Interna)	29	10	17				2			0	0,029310345	0	0	0	0,04137931	0	0	0,070689655		
21	8	1 (Externa)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,086363636	0,690909091
		2 (Interna)	11	3	8							0	0,036363636	0	0	0	0	0	0	0,036363636		
22	8	1 (Externa)	17	2	15							0	0,044117647	0	0	0	0	0	0	0,044117647	0,080481283	0,643850267
		2 (Interna)	11	3	8							0	0,036363636	0	0	0	0	0	0	0,036363636		
	152																					17,35017579
																					SEVERIDAD	0,114145893

Cuadro 39: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 07/10/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	4	1 (Externa)	5		5							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,09375	0,375
		2 (Interna)	8	1	7							0	0,04375	0	0	0	0	0	0	0,04375		
2	3	1 (Externa)	17	12	4	1						0	0,011764706	0,005882353	0	0	0	0	0	0,017647059	0,036397059	0,109191176
		2 (Interna)	8	5	3							0	0,01875	0	0	0	0	0	0	0,01875		
3	5	1 (Externa)	15	12	3							0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,05
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	7	1 (Externa)	10	8	2							0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0,037777778	0,264444444
		2 (Interna)	9	4	5							0	0,027777778	0	0	0	0	0	0	0,027777778		
5	8	1 (Externa)	32	6	26							0	0,040625	0	0	0	0	0	0	0,040625	0,059375	0,475
		2 (Interna)	16	10	6							0	0,01875	0	0	0	0	0	0	0,01875		
6	6	1 (Externa)	14		13	1						0	0,046428571	0,007142857	0	0	0	0	0	0,053571429	0,071992481	0,431954887
		2 (Interna)	19	12	7							0	0,018421053	0	0	0	0	0	0	0,018421053		
7	6	1 (Externa)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,018181818	0,109090909
		2 (Interna)	11	7	4							0	0,018181818	0	0	0	0	0	0	0,018181818		
8	5	1 (Externa)	7	2	5							0	0,035714286	0	0	0	0	0	0	0,035714286	0,051503759	0,257518797
		2 (Interna)	19	13	6							0	0,015789474	0	0	0	0	0	0	0,015789474		
9	7	1 (Externa)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05	0,35
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	6	1 (Externa)	15		15							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,092857143	0,557142857
		2 (Interna)	7	1	6							0	0,042857143	0	0	0	0	0	0	0,042857143		
11	7	1 (Externa)	7	1	6							0	0,042857143	0	0	0	0	0	0	0,042857143	0,099107143	0,69375
		2 (Interna)	24		21	3						0	0,04375	0,0125	0	0	0	0	0	0,05625		
12	8	1 (Externa)	10	1	9							0	0,045	0	0	0	0	0	0	0,045	0,095	0,76
		2 (Interna)	28		28							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
13	5	1 (Externa)	16		16							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	12		16							0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14	5	1 (Externa)	15		15							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,096428571	0,482142857
		2 (Interna)	14	1	13							0	0,046428571	0	0	0	0	0	0	0,046428571		
15	3	1 (Externa)	11	1	10							0	0,045454545	0	0	0	0	0	0	0,045454545	0,095454545	0,286363636
		2 (Interna)	4		4							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
16	6	1 (Externa)	21		21							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,111363636	0,668181818
		2 (Interna)	22		17	5						0	0,038636364	0,022727273	0	0	0	0	0	0,061363636		
17	6	1 (Externa)	22		19	3						0	0,043181818	0,013636364	0	0	0	0	0	0,056818182	0,103693182	0,622159091
		2 (Interna)	16	1	15							0	0,046875	0	0	0	0	0	0	0,046875		
18	5	1 (Externa)	21	1	18	1	1					0	0,042857143	0,004761905	0,00952381	0	0	0	0	0,057142857	0,104017857	0,520089286
		2 (Interna)	16	1	15							0	0,046875	0	0	0	0	0	0	0,046875		
19	3	1 (Externa)	21	3	18							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (Interna)	0									0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	7	1 (Externa)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,7
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
21	3	1 (Externa)	19		17	2						0	0,044736842	0,010526316	0	0	0	0	0	0,055263158	0,149707602	0,449122807
		2 (Interna)	18		14		3	1				0	0,038888889	0	0,033333333	0,022222222	0	0	0	0,094444444		
22	7	1 (Externa)	20		20							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,7
		2 (Interna)	13		13							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
	122																					8,861152567
																					SEVERIDAD	0,072632398

Cuadro 40: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 03/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1										
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																	
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)										
1	3	1 (Externa)	19	5	14							0	0,036842105	0	0	0	0	0	0	0,036842105	0,077751196	0,233253589
		2 (Interna)	11	2	9							0	0,040909091	0	0	0	0	0	0	0,040909091		
2	3	1 (Externa)	19	1	18							0	0,047368421	0	0	0	0	0	0	0,047368421	0,097368421	0,292105263
		2 (Interna)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
3	4	1 (Externa)	4		4							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05	0,2
		2 (Interna)	15		15							0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	6	1 (Externa)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,6
		2 (Interna)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
5	5	1 (Externa)	13		13							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
6	3	1 (Externa)	14	3	11							0	0,039285714	0	0	0	0	0	0	0,039285714	0,089285714	0,267857143
		2 (Interna)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
7	5	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
8	3	1 (Externa)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,3
		2 (Interna)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
9	4	1 (Externa)	23	2	21							0	0,045652174	0	0	0	0	0	0	0,045652174	0,095652174	0,382608696
		2 (Interna)	5		5							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
10	5	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
11	5	1 (Externa)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	24		24							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
12	5	1 (Externa)	14		14							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,095	0,475
		2 (Interna)	10	1	9							0	0,045	0	0	0	0	0	0	0,045		
13	4	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,092307692	0,369230769
		2 (Interna)	13	2	11							0	0,042307692	0	0	0	0	0	0	0,042307692		
14	4	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	5		5							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
15	3	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,094444444	0,283333333
		2 (Interna)	9	1	8							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444		
16	5	1 (Externa)	21	2	19							0	0,045238095	0	0	0	0	0	0	0,045238095	0,095238095	0,476190476
		2 (Interna)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
17	4	1 (Externa)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
18	6	1 (Externa)	5		5							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,6
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
19	3	1 (Externa)	17		17							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,3
		2 (Interna)	15		15							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
20	6	1 (Externa)	15		15							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,6
		2 (Interna)	20		20							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
21	4	1 (Externa)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,103846154	0,415384615
		2 (Interna)	13		12	1						0	0,046153846	0,007692308	0	0	0	0	0	0,053846154		
22	5	1 (Externa)	14		14							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
	95																					7,975733115
																					SEVERIDAD	0,083955085

Cuadro 41: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 28/12/09 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1										
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																	
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)										
1	3	1 (Externa)	12	1	11							0	0,045833333	0	0	0	0	0	0	0,045833333	0,084469697	0,253409091
		2 (Interna)	22	5	17							0	0,038636364	0	0	0	0	0	0	0,038636364		
2	4	1 (Externa)	23	4	19							0	0,041304348	0	0	0	0	0	0	0,041304348	0,080590062	0,322360248
		2 (Interna)	28	6	22							0	0,039285714	0	0	0	0	0	0	0,039285714		
3	4	1 (Externa)	27	5	22							0	0,040740741	0	0	0	0	0	0	0,040740741	0,040740741	0,162962963
		2 (Interna)	13	2	11							0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	6	1 (Externa)	37	11	26							0	0,035135135	0	0	0	0	0	0	0,035135135	0,069226044	0,415356265
		2 (Interna)	22	7	15							0	0,034090909	0	0	0	0	0	0	0,034090909		
5	5	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,094117647	0,470588235
		2 (Interna)	34	5	28	1						0	0,041176471	0,002941176	0	0	0	0	0	0,044117647		
6	3	1 (Externa)	24	6	18							0	0,0375	0	0	0	0	0	0	0,0375	0,075961538	0,227884615
		2 (Interna)	26	6	20							0	0,038461538	0	0	0	0	0	0	0,038461538		
7	5	1 (Externa)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,084210526	0,421052632
		2 (Interna)	19	6	13							0	0,034210526	0	0	0	0	0	0	0,034210526		
8	3	1 (Externa)	21	6	15							0	0,035714286	0	0	0	0	0	0	0,035714286	0,080279503	0,240838509
		2 (Interna)	46	5	41							0	0,044565217	0	0	0	0	0	0	0,044565217		
9	4	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,091666667	0,366666667
		2 (Interna)	12	2	10							0	0,041666667	0	0	0	0	0	0	0,041666667		
10	5	1 (Externa)	33	5	28							0	0,042424242	0	0	0	0	0	0	0,042424242	0,088975967	0,444879833
		2 (Interna)	29	2	27							0	0,046551724	0	0	0	0	0	0	0,046551724		
11	5	1 (Externa)	14	5	9							0	0,032142857	0	0	0	0	0	0	0,032142857	0,074450549	0,372252747
		2 (Interna)	13	2	11							0	0,042307692	0	0	0	0	0	0	0,042307692		
12	5	1 (Externa)	31	5	26							0	0,041935484	0	0	0	0	0	0	0,041935484	0,086379928	0,431899642
		2 (Interna)	9	1	8							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444		
13	4	1 (Externa)	34	4	30							0	0,044117647	0	0	0	0	0	0	0,044117647	0,078966132	0,315864528
		2 (Interna)	33	10	23							0	0,034848485	0	0	0	0	0	0	0,034848485		
14	4	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,094444444	0,37777777B
		2 (Interna)	18	2	16							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444		
15	3	1 (Externa)	9	1	8							0	0,044444444	0	0	0	0	0	0	0,044444444	0,085069444	0,255208333
		2 (Interna)	32	6	26							0	0,040625	0	0	0	0	0	0	0,040625		
16	5	1 (Externa)	13	1	12							0	0,046153846	0	0	0	0	0	0	0,046153846	0,092582418	0,462912088
		2 (Interna)	28	2	26							0	0,046428571	0	0	0	0	0	0	0,046428571		
17	4	1 (Externa)	38	3	35							0	0,046052632	0	0	0	0	0	0	0,046052632	0,096052632	0,384210526
		2 (Interna)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
18	6	1 (Externa)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,6
		2 (Interna)	22		22							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
19	3	1 (Externa)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,096428571	0,289285714
		2 (Interna)	14	1	13							0	0,046428571	0	0	0	0	0	0	0,046428571		
20	6	1 (Externa)	24	3	21							0	0,04375	0	0	0	0	0	0	0,04375	0,077083333	0,4625
		2 (Interna)	12	4	8							0	0,033333333	0	0	0	0	0	0	0,033333333		
21	4	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	24		24							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
22	5	1 (Externa)	14	3	11							0	0,039285714	0	0	0	0	0	0	0,039285714	0,072619048	0,363095238
		2 (Interna)	12	4	8							0	0,033333333	0	0	0	0	0	0	0,033333333		
	96																					7,308474459
																				SEVERIDAD		0,076129942

Cuadro 42: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 18/02/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	4	1 (Externa)	8		7	1						0	0,04375	0,0125	0	0	0	0	0	0,05625	0,095535714	0,382142857
		2 (Interna)	14	3	11							0	0,039285714	0	0	0	0	0	0	0,039285714		
2	4	1 (Externa)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	18		18							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
3	4	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
4	6	1 (Externa)	29		29							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,10625	0,6375
		2 (Interna)	8		7	1						0	0,04375	0,0125	0	0	0	0	0	0,05625		
5	5	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	5		5							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
6	5	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
7	5	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
8	4	1 (Externa)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
9	5	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
10	5	1 (Externa)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
11	5	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,10625	0,53125
		2 (Interna)	8		7	1						0	0,04375	0,0125	0	0	0	0	0	0,05625		
12	8	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,105555556	0,844444444
		2 (Interna)	9		8	1						0	0,044444444	0,011111111	0	0	0	0	0	0,055555556		
13	5	1 (Externa)	13		13							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,10625	0,53125
		2 (Interna)	8		7	1						0	0,04375	0,0125	0	0	0	0	0	0,05625		
14	4	1 (Externa)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	27		27							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
15	3	1 (Externa)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,3
		2 (Interna)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
16	8	1 (Externa)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,8
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
17	7	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,7
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
18	6	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1125	0,675
		2 (Interna)	12		9	3						0	0,0375	0,025	0	0	0	0	0	0,0625		
19	4	1 (Externa)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,107142857	0,428571429
		2 (Interna)	7		6	1						0	0,042857143	0,014285714	0	0	0	0	0	0,057142857		
20	10	1 (Externa)	6		9							0	0,075	0	0	0	0	0	0	0,075	0,129545455	1,295454545
		2 (Interna)	11		10	1						0	0,045454545	0,009090909	0	0	0	0	0	0,054545455		
21	4	1 (Externa)	11	2	9							0	0,040909091	0	0	0	0	0	0	0,040909091	0,090909091	0,363636364
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
22	8	1 (Externa)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,8
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
	119																					12,38924964
																					SEVERIDAD	0,104111342

Cuadro 43: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 20/03/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	5	1 (Externa)	11		8	2		1				0	0,036363636	0,018181818	0	0,036363636	0	0	0	0,090909091	0,140909091	0,704545455
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
2	4	1 (Externa)	10		9	1						0	0,045	0,01	0	0	0	0	0	0,055	0,11	0,44
		2 (Interna)	10		9	1						0	0,045	0,01	0	0	0	0	0	0,055		
3	4	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
4	6	1 (Externa)	27		26	1						0	0,048148148	0,003703704	0	0	0	0	0	0,051851852	0,101851852	0,611111111
		2 (Interna)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
5	5	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
6	6	1 (Externa)	14		13		1					0	0,046428571	0	0,014285714	0	0	0	0	0,060714286	0,110714286	0,664285714
		2 (Interna)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
7	5	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,104166667	0,520833333
		2 (Interna)	12		11	1						0	0,045833333	0,008333333	0	0	0	0	0	0,054166667		
8	3	1 (Externa)	13		11	2						0	0,042307692	0,015384615	0	0	0	0	0	0,057692308	0,107692308	0,323076923
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
9	5	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
10	5	1 (Externa)	15		14			1				0	0,046666667	0	0	0,026666667	0	0	0	0,073333333	0,123333333	0,616666667
		2 (Interna)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
11	5	1 (Externa)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
12	5	1 (Externa)	14		12	2						0	0,042857143	0,014285714	0	0	0	0	0	0,057142857	0,107142857	0,535714286
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
13	4	1 (Externa)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
14	4	1 (Externa)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
15	3	1 (Externa)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,3
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
16	5	1 (Externa)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,103333333	0,516666667
		2 (Interna)	15		14	1						0	0,046666667	0,006666667	0	0	0	0	0	0,053333333		
17	4	1 (Externa)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
18	6	1 (Externa)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,105	0,63
		2 (Interna)	10		9	1						0	0,045	0,01	0	0	0	0	0	0,055		
19	4	1 (Externa)	15		13	2						0	0,043333333	0,013333333	0	0	0	0	0	0,056666667	0,111666667	0,446666667
		2 (Interna)	10		9	1						0	0,045	0,01	0	0	0	0	0	0,055		
20	10	1 (Externa)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,104545455	1,045454545
		2 (Interna)	11		10	1						0	0,045454545	0,009090909	0	0	0	0	0	0,054545455		
21	4	1 (Externa)	14		13	1						0	0,046428571	0,007142857	0	0	0	0	0	0,053571429	0,103571429	0,414285714
		2 (Interna)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
22	5	1 (Externa)	12		12							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,5
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
	107																					11,36930708
																					SEVERIDAD	0,106255206

Cuadro 44: Datos de severidad correspondientes a Gualeguaychú, con fecha de registro 24/04/10 y cálculos pertinentes para la arribar al valor único de severidad promedio representativa de las mediciones realizadas (las celdas sombradas corresponden a campos calculados).

				0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1											
Nº planta	Nº Ramas/Planta	Nº Rama	Nº Hojas/Rama	Nº Hojas Enfermas (Escala Arándanos)																		
				1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (40%)	6 (60%)	7 (80%)	8 (100%)											
1	5	1 (Externa)	16		16							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,109090909	0,545454545
		2 (Interna)	11		7	3						0	0,031818182	0,027272727	0	0	0	0	0	0,059090909		
2	4	1 (Externa)	14		14							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4
		2 (Interna)	16		16							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
3	4	1 (Externa)	12		8	4						0	0,033333333	0,033333333	0	0	0	0	0	0,066666667	0,116666667	0,466666667
		2 (Interna)	7		7							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
4	6	1 (Externa)	25		21	2		2				0	0,042	0,008	0	0,032	0	0	0	0,082	0,134941176	0,809647059
		2 (Interna)	17		16	1						0	0,047058824	0,005882353	0	0	0	0	0	0,052941176		
5	5	1 (Externa)	8		2	6						0	0,0125	0,075	0	0	0	0	0	0,0875	0,1375	0,6875
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
6	6	1 (Externa)	12		5	7						0	0,020833333	0,058333333	0	0	0	0	0	0,079166667	0,150595238	0,903571429
		2 (Interna)	14		8	6						0	0,028571429	0,042857143	0	0	0	0	0	0,071428571		
7	5	1 (Externa)	7		5	2						0	0,035714286	0,028571429	0	0	0	0	0	0,064285714	0,147619048	0,738095238
		2 (Interna)	12		10	1		1				0	0,041666667	0,008333333	0	0,033333333	0	0	0	0,083333333		
8	3	1 (Externa)	12		11	1						0	0,045833333	0,008333333	0	0	0	0	0	0,054166667	0,104166667	0,3125
		2 (Interna)	9		9							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
9	5	1 (Externa)	8		6		2					0	0,0375	0	0,05	0	0	0	0	0,0875	0,1375	0,6875
		2 (Interna)	8		8							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
10	5	1 (Externa)	13		10	3						0	0,038461538	0,023076923	0	0	0	0	0	0,061538462	0,122649573	0,613247863
		2 (Interna)	9		7	2						0	0,038888889	0,022222222	0	0	0	0	0	0,061111111		
11	5	1 (Externa)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,142857143	0,714285714
		2 (Interna)	7		5		2					0	0,035714286	0	0,057142857	0	0	0	0	0,092857143		
12	5	1 (Externa)	12		10	1		1				0	0,041666667	0,008333333	0	0,033333333	0	0	0	0,083333333	0,145833333	0,729166667
		2 (Interna)	8		6	2						0	0,0375	0,025	0	0	0	0	0	0,0625		
13	4	1 (Externa)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1125	0,45
		2 (Interna)	8		6	2						0	0,0375	0,025	0	0	0	0	0	0,0625		
14	4	1 (Externa)	6		2		2	2				0	0,016666667	0	0,066666667	0,133333333	0	0	0	0,216666667	0,266666667	1,066666667
		2 (Interna)	10		10							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
15	3	1 (Externa)	11		10	1						0	0,045454545	0,009090909	0	0	0	0	0	0,054545455	0,174545455	0,523636364
		2 (Interna)	10		8			2				0	0,04	0	0	0,08	0	0	0	0,12		
16	5	1 (Externa)	10		8			2				0	0,04	0	0	0,08	0	0	0	0,12	0,177692308	0,888461538
		2 (Interna)	13		11	2						0	0,042307692	0,015384615	0	0	0	0	0	0,057692308		
17	4	1 (Externa)	8		5	2		1				0	0,03125	0,025	0	0,05	0	0	0	0,10625	0,170535714	0,682142857
		2 (Interna)	7		5	2						0	0,035714286	0,028571429	0	0	0	0	0	0,064285714		
18	6	1 (Externa)	8		6		1	1				0	0,0375	0	0,025	0,05	0	0	0	0,1125	0,2175	1,305
		2 (Interna)	10		7	1	1	1				0	0,035	0,01	0,02	0,04	0	0	0	0,105		
19	4	1 (Externa)	14		11	2	1					0	0,039285714	0,014285714	0,014285714	0	0	0	0	0,067857143	0,117857143	0,471428571
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
20	10	1 (Externa)	6		6							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	1
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
21	4	1 (Externa)	13		10	3						0	0,038461538	0,023076923	0	0	0	0	0	0,061538462	0,228205128	0,912820513
		2 (Interna)	6		4		1		1			0	0,033333333	0	0,033333333	0	0,1	0	0	0,166666667		
22	5	1 (Externa)	10		9	1						0	0,045	0,01	0	0	0	0	0	0,055	0,105	0,525
		2 (Interna)	11		11							0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05		
	107																					15,43279169
																					SEVERIDAD	0,144231698

7.2.1.2. Registros meteorológicos

```
/*Datos meteorológicos de Concordia (concordia.dat): (por fila) año
(anio), día juliano (dj), temperatura máxima (tmax), mínima (Tmin),
precipitación (Prec) y humedad relativa (hrd)
              2008    273     22.2    16.2    53      93
              2008    274     23.1    15.8    0       80
              2008    275     24.2    13.3    8       81
              2008    276     23.2    10.5    0       60
              2008    277     23.3    8.5     0.2     66
              2008    278     21.6    13.2    0.3     64
              2008    279     20.8    5.6     0       48
              2008    280     26      7.5     0       45
              2008    281     22.5    12.7    0       43
              2008    282     19      4.9     0       50
              2008    283     25.8    6.2     0       61
              2008    284     27.8    13      0       54
              2008    285     30.3    14.8    0       64
              2008    286     24.2    19.1    24      86
              2008    287     21.9    18.8    6       90
              2008    288     25.8    18.5    0       80
              2008    289     21      18.2    1       83
              2008    290     23      13.8    0       61
              2008    291     22.1    11.1    0       65
              2008    292     23.3    10.6    0       61
```

Figura 40: Extracto de la base de datos meteorológicos correspondiente a Concordia.

7.2.1.2.1. Sentencias de programación

```
/*Lectura de datos meteorológicos de los ciclos 2008/09 y 2009/10  */

DATA C1;
INFILE 'E:\concordia.dat';
INPUT ANIO dj tmax tmin prec hrd;
if anio>=2008 then output;
DATA C2;
INFILE 'E:\gualeguaychu.dat';
INPUT ANIO dj tmax tmin prec hrd;
if anio>=2008 then output;
DATA C3;
INFILE 'E:\sanpedro.dat';
INPUT ANIO dj tmax tmin prec hrd;
if anio>=2008 then output;
run;
```

Figura 41: Lectura de registros diarios (año y día juliano) de temperatura máxima (Tmax) y mínima (Tmin), precipitación (Prec) y humedad relativa (Hrd), para los ciclos de crecimiento 2008/09 y 2009/10 en Concordia, Gualeguaychú y San Pedro.

7.3. Anexo 3

7.3.1. Entrada utilizada para el modelado de datos epidemiológicos

```
data epidcon2;
input dia mes anio dj  loc $ sev sevac d;
y=sev;
L=log(y/(1-y));
G=log(1/log(1/y));
cards;
 31 08 2009  243 con    0.001             0.1       1
 09 10 2009  282 con    0.008820865      0.88       40
 16 11 2009  320 con    0.025897545      2.59       78
 21 12 2009  355 con    0.046096115      4.61      113
 28 01 2010  28  con    0.04897          4.897     151
 27 02 2010  58  con    0.2814           28.14     181
 27 03 2010  86  con    0.2868           28.68     209
;
proc print data=epidcon2;
proc glm data=epidcon2;
model L G=d/ SOLUTION p;
output out=PLOTDATA PREDICTED=pL pG RESIDUALS=rL rG;
RUN;
```

Figura 42: Programa elaborado con lenguaje del paquete estadístico SAS para ajustar modelos Logístico (L) y Gompertz (G) a los datos observados de severidad (sev) de *Alternaria tenuissima* en arándano, durante el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia.

```
/* Lectura de datos meteorológicos diarios  */
DATA C1;INFILE 'E:\concordia.dat';
INPUT ANIO dj tmax tmin prec hrd;
if anio>=2008 then output;
run;
/* Día juliano inicial: 243. Después de acumular 170 grados día
(Temperatura base: 12,5°C) a partir del 1 de julio   */
data congd; set c1;
if anio=2008 and dj=183 then gd=0; if anio=2009 and dj=182 then gd=0;
    TD=(Tmax+Tmin)/2;RETAIN GD ;
    IF TD>12.5 THEN GD=GD+(TD-12.5);
    IF GD<=170 THEN DO;retain djf ;djf=DJ;end;
     IF GD>170 THEN DO;if djf=DJ-1 then do;output;end;end;
  run;
/* Valores estimados de severidad cada 14 días a partir del dj:243 */
data scon2; set C1;keep anio dj t ys tid ;
if anio=2008 then delete;if anio=2009 and dj<243 then delete;
retain t ys;if anio=2009 and dj=243 then do; t=0; end;t+1;
if t<=209 then do;
if t=1 then do;ycon2L1=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));ys=ycon2L1;end;
if t=15 then do;ycon2L2=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L2-
ys)/14;ys=ycon2L2;end;
if t=29 then do;ycon2L3=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L3-
ys)/14;ys=ycon2L3;end;
if t=43 then do;ycon2L4=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L4-
ys)/14;ys=ycon2L4;end;
if t=57 then do;ycon2L5=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L5-
ys)/14;ys=ycon2L5;end;
if t=71 then do;ycon2L6=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L6-
ys)/14;ys=ycon2L6;end;
if t=85 then do;ycon2L7=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L7-
ys)/14;ys=ycon2L7;end;
if t=99 then do;ycon2L8=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L8-
ys)/14;ys=ycon2L8;end;
if t=113 then do;ycon2L9=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L9-
ys)/14;ys=ycon2L9;end;
if t=127 then do;ycon2L10=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L10-
ys)/14;ys=ycon2L10;end;
if t=141 then do;ycon2L11=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L11-
ys)/14;ys=ycon2L11;end;
if t=155 then do;ycon2L12=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L12-
ys)/14;ys=ycon2L12;end;
if t=169 then do;ycon2L13=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L13-
ys)/14;ys=ycon2L13;end;
if t=183 then do;ycon2L14=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L14-
ys)/14;ys=ycon2L14;end;
if t=197 then do;ycon2L15=1/(1+exp(-(-6.265+0.027*t)));tid=(ycon2L15-
ys)/14;ys=ycon2L15;end;
end;if tid=. then delete;
;proc print data=Scon2;run;
```

Figura 43: Obtención de valores estimados de severidad cada 14 días y tasa de incremento epidémico diario (tid) por el modelo Logístico ajustado para el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia.

```
data Conc1;
SET c1;by anio dj;
tmed=(tmax+tmin)/2;
pr1=lag1(prec);pr2=lag2(prec);
pr3=lag3(prec);pr4=lag4(prec);pr5=lag5(prec);pr6=lag6(prec);pr7=lag7(p
rec);pr8=lag8(prec);pr9=lag9(prec);pr10=lag10(prec);pr11=lag11(prec);p
r12=lag12(prec);pr13=lag13(prec);pr14=lag14(prec);

hrd1=lag1(hrd);hrd2=lag2(hrd);hrd3=lag3(hrd);hrd4=lag4(hrd);hrd5=lag5(
hrd);hrd6=lag6(hrd);hrd7=lag7(hrd);hrd8=lag8(hrd);hrd9=lag9(hrd);hrd10
=lag10(hrd);hrd11=lag11(hrd);hrd12=lag12(hrd);hrd13=lag13(hrd);hrd14=l
ag14(hrd);

tmin1=lag1(tmin);tmin2=lag2(tmin);tmin3=lag3(tmin);tmin4=lag4(tmin);tm
in5=lag5(tmin);tmin6=lag6(tmin);tmin7=lag7(tmin);tmin8=lag8(tmin);tmin
9=lag9(tmin);tmin10=lag10(tmin);tmin11=lag11(tmin);tmin12=lag12(tmin);
tmin13=lag13(tmin);tmin14=lag14(tmin);

tmax1=lag1(tmax);tmax2=lag2(tmax);tmax3=lag3(tmax);tmax4=lag4(tmax);tm
ax5=lag5(tmax);tmax6=lag6(tmax);tmax7=lag7(tmax);tmax8=lag8(tmax);tmax
9=lag9(tmax);tmax10=lag10(tmax);tmax11=lag11(tmax);tmax12=lag12(tmax);
tmax13=lag13(tmax);tmax14=lag14(tmax);
run;

data Fc2;set conc1;
DPrHRT =0;DTxnN=0;DTnN=0;DPrHR=0;FPr=0; DTxnP=0;
 DHR=0; retain DPrHRT DTxnP DTxnN DTnN DPrHR FPr DHR;

TnM=(tmin1+tmin2+tmin3+tmin4+tmin5+tmin6+tmin7+tmin8+tmin9+tmin10+tmin
11+tmin12+tmin13+tmin14)/14;
TxM=(tmax1+tmax2+tmax3+tmax4+tmax5+tmax6+tmax7+tmax8+tmax9+tmax10+tmax
11+tmax12+tmax13+tmin14)/14;

if hrd1>65 and pr1>0.2 then do;if tmax1<36 and tmin1>16 then
DPrHRT+1;end;if hrd2>65 and pr2>0.2 then do;if tmax2<36 and tmin2>16
then DPrHRT +1;end;if hrd3>65 and pr3>0.2 then do;if tmax3<36 and
tmin3>16 then DPrHRT +1;end;if hrd4>65 and pr4>0.2 then do;if tmax4<36
and tmin4>16 then DPrHRT +1;end;if hrd5>65 and pr5>0.2 then do;if
tmax5<36 and tmin5>16 then DPrHRT +1;end;if hrd6>65 and pr6>0.2 then
do;if tmax6<36 and tmin6>16 then DPrHRT +1;end;if hrd7>65 and pr7>0.2
then do;if tmax7<36 and tmin7>16 then DPrHRT +1;end;if hrd8>65 and
pr8>0.2 then do;if tmax8<36 and tmin8>16 then DPrHRT +1;end;
if hrd9>65 and pr9>0.2 then do;if tmax9<36 and tmin9>16 then DPrHRT
+1;end;if hrd10>65 and pr10>0.2 then do;if tmax10<36 and tmin10>16
then DPrHRT +1;end;if hrd11>65 and pr11>0.2 then do;if tmax11<36 and
tmin11>16 then DPrHRT +1;end;if hrd12>65 and pr12>0.2 then do;if
tmax12<36 and tmin12>16 then DPrHRT +1;end;if hrd13>65 and pr13>0.2
then do;if tmax13<36 and tmin13>16 then DPrHRT +1;end;if hrd14>65 and
pr14>0.2 then do;if tmax14<36 and tmin14>16 then DPrHRT +1;end;

if tmax1<36 and tmin1>16 then DTxnP+1;if tmax2<36 and tmin2>16 then
DTxnP+1;if tmax3<36 and tmin3>16 then DTxnP+1;if tmax4<36 and tmin4>16
then DTxnP+1;if tmax5<36 and tmin5>16 then DTxnP+1;if tmax6<36 and
tmin6>16 then DTxnP+1;if tmax7<36 and tmin7>16 then DTxnP+1;if
tmax8<36 and tmin8>16 then DTxnP+1;if tmax9<36 and tmin9>16 then
DTxnP+1;if tmax10<36 and tmin10>16 then DTxnP+1;if tmax11<36 and
tmin11>16 then DTxnP+1;if tmax12<36 and tmin12>16 then DTxnP+1;if
tmax13<36 and tmin13>16 then DTxnP+1;if tmax14<36 and tmin14>16 then
DTxnP+1;

if hrd1>65 and pr1>0.2 then do;DPrHR+1;end;if hrd2>65 and pr2>0.2 then
do; DPrHR+1;end;if hrd3>65 and pr3>0.2 then do;DPrHR+1;end;
if hrd4>65 and pr4>0.2 then do;DPrHR+1;end;if hrd5>65 and pr5>0.2 then
do; DPrHR+1;end;if hrd6>65 and pr6>0.2 then do;DPrHR+1;end;
if hrd7>65 and pr7>0.2 then do;DPrHR+1;end;if hrd8>65 and pr8>0.2 then
do; DPrHR+1;end;if hrd9>65 and pr9>0.2 then do;DPrHR+1;end;
```

```
if hrd10>65 and pr10>0.2 then do;DPrHR+1;end;if hrd11>65 and pr11>0.2
then do;DPrHR+1;end;if hrd12>65 and pr12>0.2 then do;DPrHR+1;end;
if hrd13>65 and pr13>0.2 then do;DPrHR+1;end;if hrd14>65 and pr14>0.2
then do;DPrHR+1;end;

if pr1>0.2 then do; fpr+1;end;if pr2>0.2 then do; fpr+1;end;
if pr3>0.2 then do; fpr+1;end;if pr4>0.2 then do; fpr+1;end;
if pr5>0.2 then do; fpr+1;end;if pr6>0.2 then do; fpr+1;end;
if pr7>0.2 then do; fpr+1;end;if pr8>0.2 then do; fpr+1;end;
if pr9>0.2 then do; fpr+1;end;if pr10>0.2 then do;fpr+1;end;
if pr11>0.2 then do;fpr+1;end;if pr12>0.2 then do;fpr+1;end;
if pr13>0.2 then do;fpr+1;end;if pr14>0.2 then do;fpr+1;end;

if tmin1<=16 then do; DtnN+1;end;if tmin2<=16 then do;DtnN+1;end;
if tmin3<=16 then do;DtnN+1;end;if tmin4<=16 then do;DtnN+1;end;
if tmin5<=16 then do;DtnN+1;end;if tmin6<=16 then do;DtnN+1;end;
if tmin7<=16 then do;DtnN+1;end;if tmin8<=16 then do;DtnN+1;end;
if tmin9<=16 then do;DtnN+1;end;if tmin10<=16 then do;DtnN+1;end;
if tmin11<=16 then do;DtnN+1;end;if tmin12<=16 then do;DtnN+1;end;
if tmin13<=16 then do;DtnN+1;end; if tmin14<=16 then do;DtnN+1;end;

if tmax1>=36 or tmin1<=16 then DtxnN+1;if tmax2>=36 or tmin2<=16 then
DtxnN+1;if tmax3>=36 or tmin3<=16 then DtxnN+1;if tmax4>=36 or
tmin4<=16 then DtxnN+1;if tmax5>=36 or tmin5<=16 then DtxnN+1;
if tmax6>=36 or tmin6<=16 then DtxnN+1;if tmax7>=36 or tmin7<=16 then
DtxnN+1;if tmax8>=36 or tmin8<=16 then DtxnN+1;if tmax9>=36 or
tmin9<=16 then DtxnN+1;if tmax10>=36 or tmin10<=16 then DtxnN+1;
if tmax11>=36 or tmin11<=16 then DtxnN+1;if tmax12>=36 or tmin12<=16
then DtxnN+1;if tmax13>=36 or tmin13<=16 then DtxnN+1;
if tmax14>=36 or tmin14<=16 then DtxnN+1;

PrAc=pr1+pr2+pr3+pr4+pr5+pr6+pr7+pr8+pr9+pr10+pr11+pr12+pr13+pr14;

if hrd1>65 then dhr+1;if hrd2>65 then dhr+1;if hrd3>65 then dhr+1;if
hrd4>65 then dhr+1;if hrd5>65 then dhr+1;if hrd6>65 then dhr+1;if
hrd7>65 then dhr+1;if hrd8>65 then dhr+1;if hrd9>65 then dhr+1;
if hrd10>65 then dhr+1;if hrd11>65 then dhr+1;if hrd12>65 then
dhr+1;if hrd13>65 then dhr+1;if hrd14>65 then dhr+1;

DATA J1;
SET SCON1 SCON2;
TID=TID*100;
DATA UC; MERGE J1 FC2; BY ANIO DJ; if tid=. then delete;
senesc=t/209;
if senesc <=0.25 then Snc=1;
if senesc >0.25 and senesc <=0.50 then Snc=2;
if senesc >0.50 and senesc <=0.75 then Snc=3;
if senesc >0.75 then Snc=4;
run;
```

Figura 44: Cálculo de las variables metrológicas regresoras y del factor de senescencia (Snc) en los intervalos de 14 días previos a cada día de la curva epidémica ajustada para Concordia (modelo Logístico) en el ciclo 2009/10.

```
DATA F4; SET F3;
if tid>=0.077 then probO=2;if tid<0.077 and tid>=0.038 then ProbO=1;if
tid<0.038 then ProbO=0;
it1=FPr*DTxnP; it2=FPr*TnM;it3=DPrHRT*FPr;it4=DPrHRT*TnM;
proc pritnt data=f4;

data o1;set F4; keep ANIO DJ probO FPr;
proc freq data=o1;tables ProbO*FPr/noprint measures;
run;
```

Figura 45: Categorización ordinal de la variable respuesta (TId) y cálculo de los componentes interactivos. Sentencia para obtener el valor de correlación de Kendall para la variable FPr.

```
DATA F4; SET F3;
if tid>=0.077  then ProbO=1;
if tid<0.077  then ProbO=0;

PROC LOGISTIC DATA=f4 descending;
MODEL ProbO=Snc it1 it2 it3 it4 DPrHRT DTxnP DTxnN DTnN DPrHR FPr DHR
PrAc TnM TxM  /SELECTION=stepwise slstay=0.05 SLENTRY=0.05;
OUTPUT OUT=PRED3 Predicted=ProbP LOWER=LCI UPPER=LCS;run;
data c1 ; set pred3;
if _level_=1 then p1=ProbP;
if _level_=1;

PROC SORT DATA=c1 OUT=cc1;BY anio dj;
Data c3;
set cc1 ;by anio dj;
p0=1-p1;
if p1>0.50 then Predicho=1;
if p1<=0.50 then Predicho=0;
run;
proc print data=c3;
var probO Predicho p1 p0 ;
proc freq data=c3;
Tables probO*predicho;
run;
```

Figura 46: Método Stepwise de selección de variables del procedimiento Logistic del SAS. Variable respuesta binaria. Tabla de contingencia para observar la precisión de predicción del modelo ajustado.

7.3.2. Salida utilizada para el modelado de datos epidemiológicos.

```
  Obs  dia  mes   anio    dj   loc     sev      sevac     d      y
L          G
   1   31    8   2009   243   con   0.00100    0.100     1   0.00100
-6.90675 -1.93264
   2   9    10   2009   282   con   0.00882    0.880    40   0.00882
-4.72178 -1.55406
   3   16   11   2009   320   con   0.02590    2.590    78   0.02590
-3.62737 -1.29571
   4   21   12   2009   355   con   0.04610    4.610   113   0.04610
-3.02983 -1.12396
   5   28    1   2010    28   con   0.04897    4.897   151   0.04897
-2.96634 -1.10411
   6   27    2   2010    58   con   0.28140   28.140   181   0.28140
-0.93753 -0.23742
   7   27    3   2010    86   con   0.28680   28.680   209   0.28680
-0.91098 -0.22232

                                     The GLM Procedure
                                 Number of observations    7
Dependent Variable: L
                                                Sum of
     Source                      DF          Squares     Mean Square
F Value    Pr > F
     Model                        1     24.75135533     24.75135533
66.57    0.0004
     Error                        5      1.85896701      0.37179340
      Corrected Total              6     26.61032234

                       R-Square     Coeff Var      Root MSE        l
Mean
                       0.930141     -18.47677      0.609749     -
3.300082

      Source                      DF       Type I SS     Mean Square
F Value   Pr > F
      d                            1     24.75135533     24.75135533
66.57   0.0004

      Source                      DF     Type III SS     Mean Square
F Value   Pr > F
      d                            1     24.75135533     24.75135533
66.57   0.0004

                                                   Standard
               Parameter         Estimate           Error    t Value
Pr > |t|

               Intercept     -6.264967475      0.43029907     -14.56
<.0001
               d              0.026848897      0.00329062       8.16
0.0004

                                     The GLM Procedure
            Observation             Observed          Predicted
Residual
                      1          -6.90675478        -6.23811858
-0.66863620
                      2          -4.72177534        -5.19101159
0.46923625
                      3          -3.62736831        -4.17075351
0.54338520
                      4          -3.02983424        -3.23104211
0.20120787
```

```
                    5          -2.96633774        -2.21078402
-0.75555372
                    6          -0.93752773        -1.40531711
0.46778938
                    7          -0.91097678        -0.65354800
-0.25742878
                    Sum of Residuals                        -
0.00000000
                    Sum of Squared Residuals
1.85896701
                    Sum of Squared Residuals - Error SS     -
0.00000000
                    First Order Autocorrelation             -
0.30948626
                    Durbin-Watson D
2.34282779
```

Figura 47: Salida del programa elaborado con lenguaje del paquete estadístico SAS para ajustar el modelo Logístico (L) a los datos observados de severidad (sev) de *Alternaria tenuissima* en arándano, durante el ciclo de crecimiento 2009/10 en Concordia.

```
                                        The FREQ Procedure

                              Statistics for Table of ProbO by FPr

                     Statistic                                Value
ASE

ffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffff
                     Kendall's Tau-b                        0.1442
0.1070
                                                              Sample Size
= 65
```

Figura 48: Salida de la sentencia para obtener el valor de correlación de Kendall para la variable FPr (categorización ordinal).

```
                              The LOGISTIC Procedure
                                   Model Information

                      Data Set                     WORK.F4
                      Response Variable            ProbO
                      Number of Response Levels    2
                      Number of Observations       65
                      Model                        binary logit
                      Optimization Technique       Fisher's scoring

                                 Response Profile
                            Ordered                      Total
                              Value        ProbO     Frequency
                                  1            1            31
                                  2            0            34

                             Probability modeled is ProbO=1.
                              Stepwise Selection Procedure
Step  0. Intercept entered:
                                Model Convergence Status
                      Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.
                                Residual Chi-Square Test

                           Chi-Square       DF     Pr > ChiSq
                             49.2777       14         <.0001

Step  1. Effect Snc entered:
                                Model Convergence Status
                      Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.

                                 The LOGISTIC Procedure
                                  Model Fit Statistics
                                                        Intercept
                                          Intercept         and
                          Criterion         Only        Covariates
                          AIC                91.971         29.414
                          SC                 94.145         33.763
                          -2 Log L           89.971         25.414

                          Testing Global Null Hypothesis: BETA=0
                    Test                  Chi-Square       DF     Pr >
ChiSq
                    Likelihood Ratio        64.5567        1
<.0001
                    Score                   44.1904        1
<.0001
                    Wald                    17.7689        1
<.0001

                                Residual Chi-Square Test
                           Chi-Square       DF     Pr > ChiSq
                              12.2484       13         0.5074

NOTE: No (additional) effects met the 0.05 significance level for
entry into the model.
                              Summary of Stepwise Selection

                  Effect                      Number      Score
Wald
     Step    Entered    Removed      DF          In    Chi-Square Chi-
Square  Pr > ChiSq
        1    Snc                      1           1       44.1904
.       <.0001

                          Analysis of Maximum Likelihood Estimates
                                              Standard          Wald
```

Parameter	DF	Estimate	Error	Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-10.8126	2.5959	17.3496	<.0001
Snc	1	4.2892	1.0175	17.7689	<.0001

Figura 49: Método Stepwise de selección de variables del procedimiento Logistic del SAS. Variable respuesta binaria.

```
                    The FREQ Procedure
                 Table of ProbO by Predicho
          ProbO     Predicho
         Frequency,
          Percent  ,
          Row Pct  ,
          Col Pct  ,       0,       1,  Total
          ƒƒƒƒƒƒƒƒˆƒƒƒƒƒƒƒƒˆƒƒƒƒƒƒƒƒˆ
                 0 ,     32 ,      2 ,     34
                   ,  49.23 ,   3.08 ,  52.31
                   ,  94.12 ,   5.88 ,
                   ,  94.12 ,   6.45 ,
          ƒƒƒƒƒƒƒƒˆƒƒƒƒƒƒƒƒˆƒƒƒƒƒƒƒƒˆ
                 1 ,      2 ,     29 ,     31
                   ,   3.08 ,  44.62 ,  47.69
                   ,   6.45 ,  93.55 ,
                   ,   5.88 ,  93.55 ,
          ƒƒƒƒƒƒƒƒˆƒƒƒƒƒƒƒƒˆƒƒƒƒƒƒƒƒˆ
          Total          34       31       65
52.31   47.69   100.00
```

Figura 50: Tabla de contingencia para observar la precisión de predicción del modelo ajustado (LogitPrS= - 10,8126 + 4,2892*Snc). Cuatro casos de 65 fueron erróneamente clasificados.

Enrique C. Bombelli

Estudios

- Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires (2003).
- Especialista en Ingeniería en Sistemas de Información. Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional (2006).
- Licenciado en Tecnología Educativa. Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional (2010).
- Magíster en Ingeniería en Sistemas de Información. Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional (2011).
- Especialista Superior en Tecnologías de la Información y la Comunicación y Educación. Centro de Pedagogías de Anticipación (CEPA) (2012).

Proyectos de investigación

- G026 IDENTIFICACION Y MANEJO DE ENFERMEDADES Y MALEZAS EN CULTIVOS PARA FRUTA FINA. Unidad Académica: AGRONOMÍA. DIRECTOR: Wright, Eduardo Roberto. ROL: INVESTIGADOR TESISTA. FINALIZADO. **Expte. Nº 1777/07**. **CONSOLIDADO FINANCIADO (2007/2010).**
- G412 ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y PROFESIONALES DEL DESARROLLO RURAL EN LA "SOCIEDAD RED". Unidad Académica: AGRONOMÍA. DIRECTOR: Durand, Patricia Beatriz. CODIRECTOR: Mella, Rosa Alejandra. ROL: INVESTIGADOR DE APOYO. FINALIZADO. **Expte. Nº 1777/07 Anexo 10**. **EN FORMACION CON ESTIPENDIO DE SOSTENIMIENTO (2008/2009).**
- 16H249 COMPETENCIAS INFORMACIONALES PARA EL INGRESO A LA FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES. Entidad de primer nivel: UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES. Entidad de segundo nivel: FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES. Director: BENÍTEZ, Belarmina. Rol: INVESTIGADOR. FINALIZADO. **Fecha de inicio: 01/01/2008 – Fecha de finalización: 31/12/2010.**
- 20020090200200 PRÁCTICAS Y REPRESENTACIONES SOCIALES DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN ENTRE INVESTIGADORES Y DOCENTES UNIVERSITARIOS. UN ESTUDIO DE CASOS EN LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. Unidad Académica: AGRONOMÍA. DIRECTOR: Durand, Patricia Beatriz. ROL: INVESTIGADOR DE APOYO. EN EJECUCIÓN. **Expte. 9215/2009 Anexo II**. **EN FORMACION FINANCIADO (2010/2012).**

- 20020090200485 TICS Y TURISMO RURAL. UTILIZACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN ÁMBITOS RURALES VINCULADOS A LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS TURÍSTICOS CIRCUNDANTES A LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES. Unidad Académica: INGENIERÍA. DIRECTOR: Cataldi, Zulma. CODIRECTOR: Fernández, Sandra Patricia. ROL: INVESTIGADOR DE APOYO. EN EJECUCIÓN. **Expte. 9215/2009 Anexo II**. **EN FORMACION FINANCIADO (2010/2012).**

Obras

Material didáctico sistematizado

- Barberis G., **Bombelli E.**, Roitman G. CD-ROM. *Guía interactiva de planilla de cálculo para uso agropecuario*. Editorial FAUBA. Marzo 2005. ISBN 950-29-0837-6.
- Barberis G., **Bombelli E.**, Roitman G. CD-ROM. *Herramientas avanzadas de Excel para su uso en la gestión agropecuaria*. Editorial FAUBA. Marzo 2006. ISBN 950-29-0903-8.
- **Bombelli E.**, Barberis G., Roitman G. CD-ROM. *Manejo básico de Access con una visión agropecuaria*. Editorial FAUBA. Marzo 2006. ISBN 950-29-0918-6.
- **Bombelli E.**, Barberis G., Roitman G. CD-ROM. *Reproducción y Formalización de Documentos, Escritos e Informes con Procesadores de Texto.* Editorial FAUBA. Agosto 2008. ISBN 978-950-29-1073-4.
- **Bombelli E.**, Barberis G. CD-ROM. *Diseño de presentaciones electrónicas con Power Point.* Editorial FAUBA. Septiembre 2011. ISBN 978-950-29-1325-4.

Software

- Hurtado R., Fernández Long M. E., Barberis G., **Bombelli E.** CD-ROM. *Programas de aplicación de Agroclimatología.* Editorial FAUBA. Mayo 2007. ISBN 978-950-29-0984-4.

Trabajos presentados en Congresos Nacionales e Internacionales: 58.

Trabajos presentados en revistas nacionales e internacionales: 17