

Liberación de inóculo primario de *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint., en Chile¹

William J. Moller² Bernardo A. Latorre³
Delia Docampo⁴

INTRODUCCION

La sarna del manzano causada por el hongo *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint., es una de las enfermedades más importantes de este frutal. Anualmente provoca pérdidas en la producción y reduce la calidad de la fruta cosechada. En los huertos comerciales el control representa un importante insumo, debido a las numerosas pulverizaciones preventivas que es necesario realizar, con el objeto de lograr un buen control del patógeno.

¹Los autores agradecen la colaboración del Ing. Agr. Ph. D., L. Campos, H. English, Ph. D. y Surendra P. Sinha, Ph. D. y de los ingenieros agrónomos Aquiles Cánepa y Enrique Bruzzone, de la Cooperativa Frutícola de Curicó, en algunos aspectos de este estudio, el cual se realizó en la Estación Experimental de la Universidad de Chile, como parte del Convenio Universidad de Chile - Universidad de California.

Recepción manuscrito: 6 de abril de 1970.

²Ph. D. Fitopatólogo, Departamento de Agricultura, Australia del Sur, actualmente en la Universidad de California, Davis.

³Ing. Agr., Programa Fitopatología, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Profesor ayudante de la Cátedra de Fitopatología General, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

⁴Ing. Agr. MS, Profesor Auxiliar de la Cátedra de Fitopatología General, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Dirección actual: Universidad Nacional de Córdoba, Instituto Central de Agronomía, Argentina.

Las epifitias de sarna en manzano, se originan principalmente a partir del inóculo primario descargado desde los cuerpos frutales presentes en hojas muertas que quedan en el huerto de una temporada a otra, por lo tanto, para un control efectivo de la enfermedad es de gran importancia conocer el período de dispersión primaveral de las ascosporas de *Venturia inaequalis*. En el presente trabajo se exponen los resultados de producción de ascosporas de *Venturia inaequalis*, obtenidos en la región de Curicó, durante los años 1966 a 1969.

REVISION DE LITERATURA

En las hojas de manzano que caen en otoño y quedan durante el invierno sobre el suelo, se desarrolla saprofiticamente el organismo causal de la sarna del manzano, *Venturia inaequalis*. Esta fase del ciclo biológico corresponde al estado sexual o perfecto, caracterizado por la producción de ascos y ascosporas, contenidos en fructificaciones cono-

cidas como peritecios. Estos cuerpos frutales se desarrollan durante los meses de invierno y maduran en primavera, momento en que descargan las ascoporas o inóculo primario (1).

No se conocen, en detalle, los factores que afectan la formación de los peritecios. Según Anderson (1), *Venturia inaequalis* es un microorganismo heterotático, cuyos peritecios se desarrollan tarde en el otoño y probablemente con un crecimiento continuo hasta la primavera siguiente. Hirst y Stedman (2), indican que la humedad no es un factor importante en la formación de los cuerpos frutales y la temperatura que necesitan durante su formación es inferior a la necesaria para la maduración y descarga de las ascoporas.

La humedad en forma de lluvia o rocío es el factor más importante en la liberación de ascoporas. Hirst y Stedman (2), demostraron que los cuerpos frutales de *Venturia inaequalis*, necesitan de cierta cantidad de agua para descargar sus ascoporas. En general la descarga es mayor luego de una lluvia que después de un rocío. Bajo condiciones de laboratorio, estos autores (2), determinaron que se necesita una lluvia de 0,2 mm o más, aplicada con un atomizador para producir una abundante descarga de ascoporas. Sin embargo, Miller y Waggoner (5) encontraron ascoporas en períodos secos, pero en cantidades bajísimas y sin importancia.

Experimentalmente, Hirst y Stedman (2), determinaron que la descarga de ascoporas es continua si la temperatura es superior a 5°C y la humedad es favorable. Temperaturas bajo 5°C, afectan la liberación de inóculo primario durante la primavera. Los mismos autores (2) indican que la descarga de ascoporas en primavera, sigue una distribución aproximadamente normal, si las hojas muertas, donde se desarrollaron los peritecios, reciben suficiente humedad y en forma continua. Sin embargo, condiciones ambientales tales como la humedad y temperatura, pueden modificar dicha distribución (2).

La distribución de inóculo primario de *Venturia inaequalis*, varía con las condiciones de humedad y temperatura de la zona; según Anderson (1), la liberación de ascoporas puede durar entre cuatro y diez meses. Hirst *et al* (3), determinaron altas descargas de inóculo primario desde comienzo de primavera, coincidiendo con el estado de puntas verdes de algunas variedades.

MATERIAL Y METODO

En un huerto de manzano, no pulverizado y altamente infectado con sarna, de la zona de Curicó, se recogieron desde el suelo un

gran número de hojas con síntomas típicos de sarna, en otoño de cada año. Estas quedaron expuestas a las condiciones de humedad y temperatura del huerto durante el invierno y primavera, en jaulas con fondo y cubierta de malla de alambre. Las jaulas se invirtieron frecuentemente durante el invierno con el propósito de asegurar una exposición uniforme de las hojas.

El recuento de ascoporas comenzó cada año a mediados del mes de agosto y continuó semanalmente durante los meses de primavera, hasta diciembre. Semanalmente se retiró desde las jaulas aproximadamente treinta hojas, las que se secaron y se enviaron a la Estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile, donde se mantuvieron por una noche en cámara húmeda, a temperatura ambiente, para luego cortar al azar círculos de 2,08 cm², por medio de un sacabocado (Figura 1).

El recuento de ascoporas se efectuó tres días después de la recolección, para esto se empleó un túnel caza esporas (Figuras 2 y 3) construido de acuerdo con las especificaciones

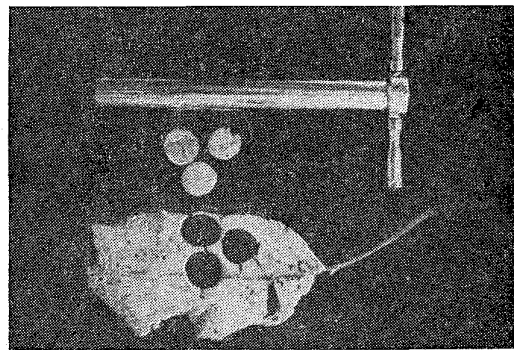


Figura 1. Hojas de manzano altamente infectadas con sarna, sacabocados y círculos de hojas de 2,08 cm².

(Foto: J. Castro. 1968).

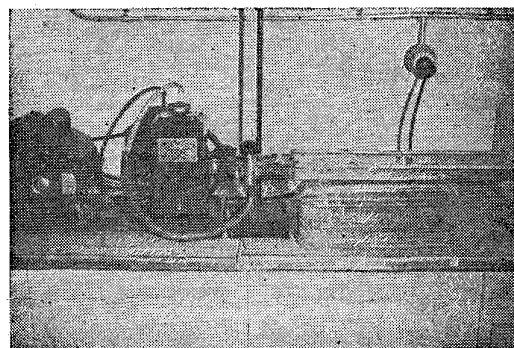


Figura 2. Túnel caza esporas empleado para el recuento de ascoporas de *Venturia inaequalis*.

(Foto: J. Castro. 1968).

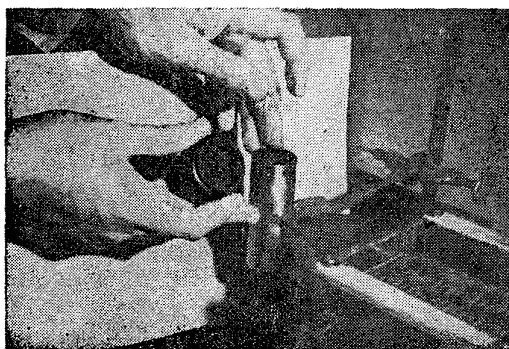


Figura 3. Detalle de un túnel caza espora en que se visualiza el cilindro de la parte posterior, donde se coloca el portaobjeto envaselinado. (Foto: J. Castro. 1968).

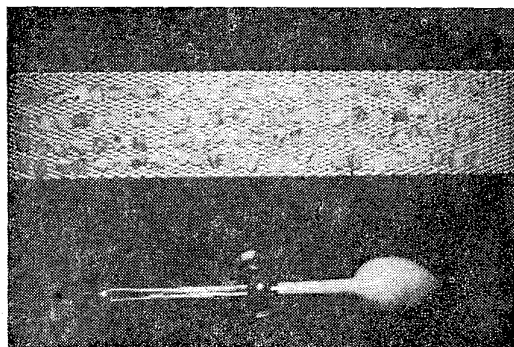


Figura 4. Bandejas perforadas de zinc en las que se ubicó 96 discos de hojas muertas de manzano. (Foto: J. Castro. 1968).

de Hirst y Stedman (2). Se hicieron tres repeticiones, cada una con 96 discos (aproximadamente 200 cm² de hojas muertas), colocados en cuatro hileras sobre una bandeja perforada de zinc (Figura 4). En la hilera se alternó la superficie superior e inferior de las hojas.

Las bandejas con las hojas se asperjaron con 30 cc de agua destilada, ayudado con un atomizador, para luego colocarlas en el túnel caza esporas durante 2 horas. Con el objeto de asegurar la máxima liberación de ascosporas, al cabo de una hora el proceso se detuvo, se retiraron las bandejas y se humedecieron nuevamente, mediante una segunda aspersión con 30 cc de agua destilada.

Los portaobjetos envaselinados, se cambiaron cada 15 minutos para facilitar el recuento de esporas (Figura 3). Se contó todas las ascosporas atrapadas en cada portaobjeto, y el promedio de repeticiones se designó como "productividad relativa de ascosporas por semana"¹.

¹Adaptación del término utilizado por Hirst y Stedman (2).

Con los resultados obtenidos, en cada temporada, se realizó una prueba de concordancia o ajuste a distribución normal, por medio de χ^2 cuadrado para un nivel de significación de 0,05 (4).

RESULTADO Y DISCUSION

En los cuatro años se observó una descarga de inóculo (ascosporas), en forma continua hasta los primeros días de diciembre. Durante 1966, 1968, 1969, la liberación de ascosporas comenzó en la última semana de agosto; mientras que en 1967 este proceso comenzó en la segunda semana de septiembre (Figura 5). Por consiguiente se estima que los primeros cuerpos frutales, peritecios de *Venturia inaequalis*, completan su madurez entre los últimos días de agosto y primeros días de septiembre. No obstante, la liberación de las ascosporas comienza en el momento en que las condiciones ambientales, principalmente temperatura y humedad, sean favorables para este proceso. En 1967, la temperatura promedio diaria del aire durante los últimos días de agosto y primera semana de septiembre, fluctuó alrededor de 5,5°C (Figura 7), mientras que en los años 1966, 1968 y 1969 la temperatura promedio diaria del aire, en la misma época, fluctuó alrededor de los 8°C (Figuras 6, 8 y 9). De acuerdo con estos resultados se puede señalar que la descarga de ascosporas podría comenzar después de los últimos días de agosto, en el momento en que la temperatura promedio del aire fluctúe alrededor de 8°C y exista suficiente humedad. Estos resultados son similares a los obtenidos por Hirst y Stedman (2), quienes determinaron que la liberación de ascosporas es con-

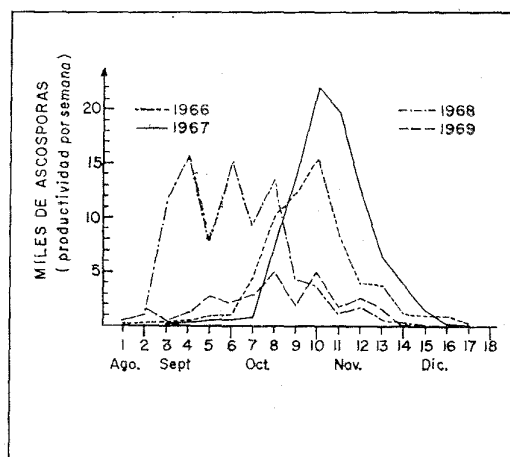


Figura 5. Productividad de ascosporas por semana.

Figuras 6-7-8 y 9. Temperatura promedio del aire ($^{\circ}\text{C}$) y precipitación diaria (mm), durante 1966, 1967, 1968 y 1969, respectivamente. (Fuente de información: Oficina Meteorológica. Est. Curicó. Fuerza Aérea de Chile).

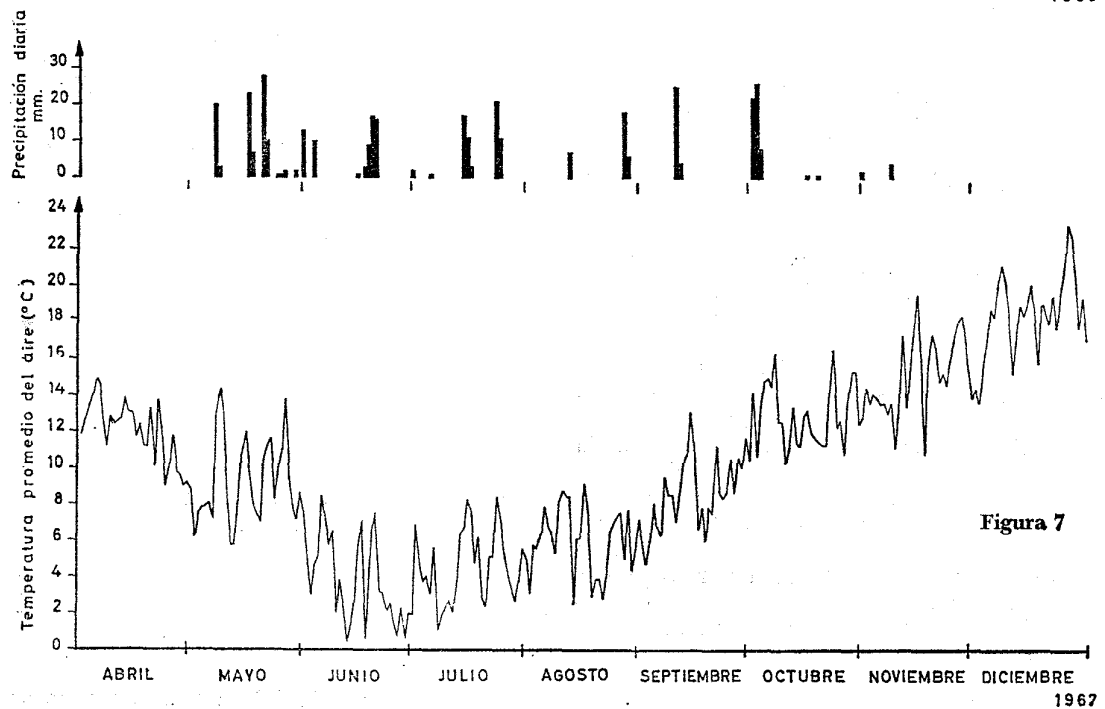
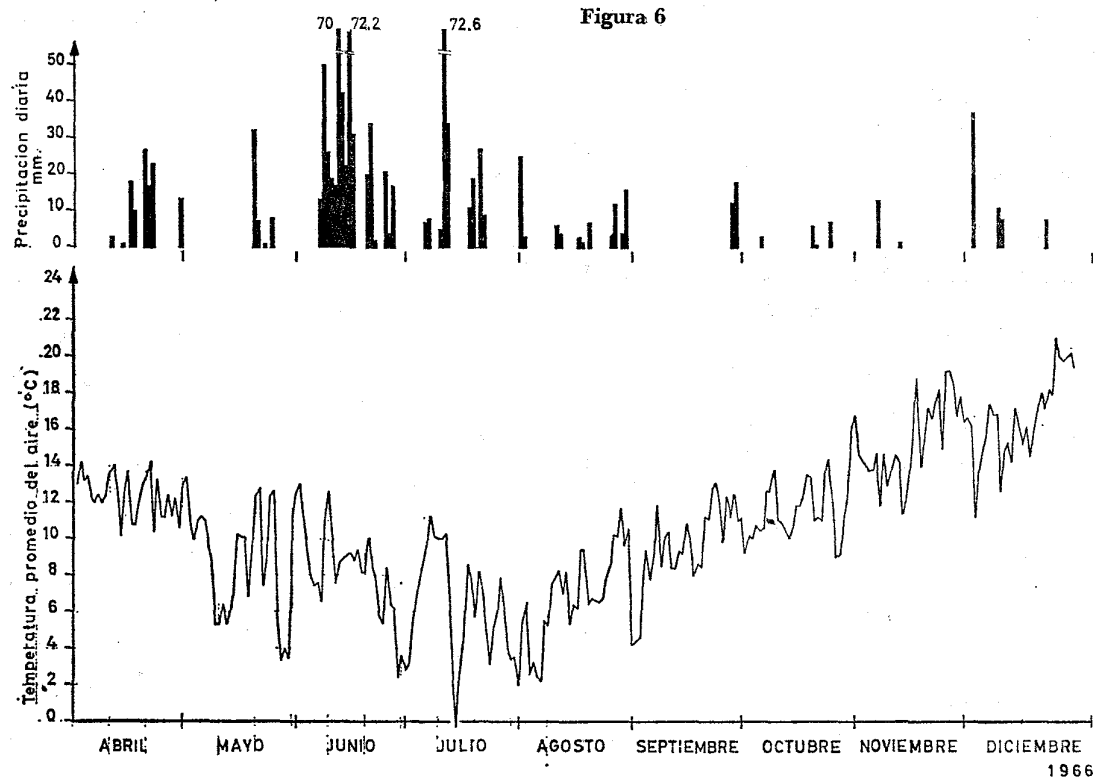


Figura 8

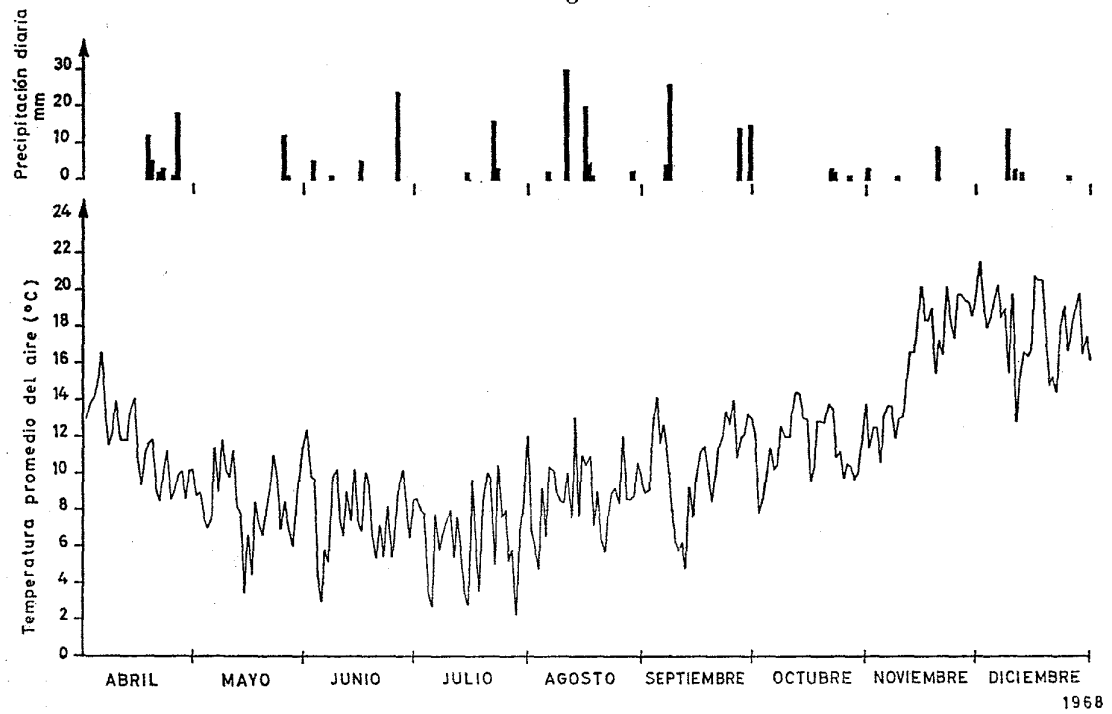
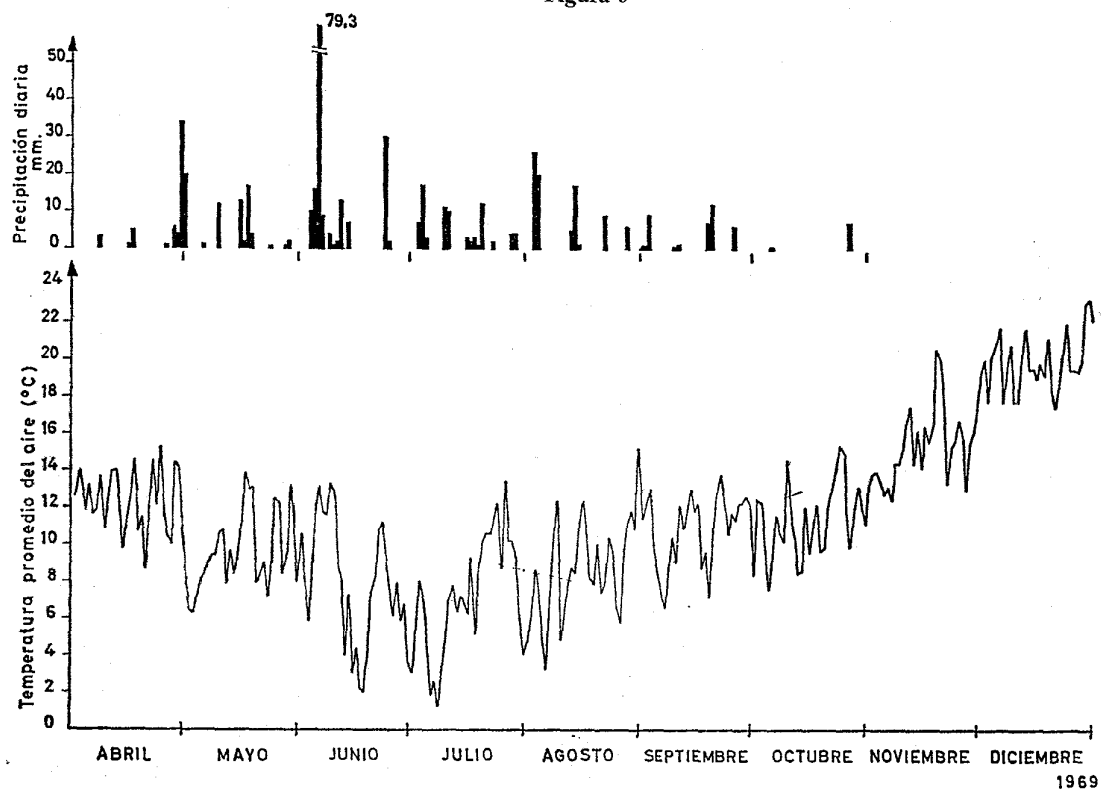


Figura 9



tinua, si la temperatura del medio es superior a los 5°C y la humedad es favorable.

La primera liberación de inóculo primario coincide en la zona de Curicó, con el estado de puntas verdes de algunas variedades, en consecuencia, si se cumplen las condiciones de humedad y temperatura ambiental que el hongo necesita para infectar la planta huésped, puede producirse la infección primaria.

En los dos primeros años de este estudio, la cantidad de inóculo primario por unidad de superficie foliar ascendió rápidamente, produciéndose la máxima liberación los primeros días de noviembre. Desde esta fecha, la cantidad de inóculo primario descendió nuevamente hasta alcanzar un valor mínimo en los primeros días de diciembre. Los resultados obtenidos en 1968 y 1969 son semejantes en sus valores mínimos, pero difieren en los valores máximos, con los anteriormente citados, según se observa en la Figura 5. En 1968 y 1969 se observó fuertes fluctuaciones en la productividad relativa de ascosporas por semana, entre la segunda semana de septiembre y los últimos días de octubre. Estos resultados difieren de aquellos mencionados por Hirst y Stedman (2), quienes señalan que la liberación primaveral de ascosporas sigue una distribución normal, al existir humedad favorable y continua en la primavera. Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo, no se ajustan estadísticamente a una distribución normal para un nivel de significación de 0,05, aun cuando, las muestras se mantuvieron por una noche en cámara húmeda y se asperjaron dos veces con agua destilada, durante el desarrollo del proceso en el túnel caza esporas.

La máxima liberación de ascosporas (mediados de septiembre-fines de octubre), coincide, en la zona, con los estados de plena flor y caída de pétalos de la mayoría de las variedades y corresponde, por lo tanto, a la época de mayor peligro potencial de ataque,

debiéndose mantener constantemente pulverizados los huertos, con el objeto de prevenir una fuerte infección.

La cantidad de ascosporas obtenida en la última temporada de estudio, 1969, fue muy inferior a los valores registrados en los años anteriores (Figura 5). Esto puede explicarse a través de la ausencia de condiciones ambientales, humedad y temperatura, favorables para la infección primaria y secundaria de la temporada anterior, 1968. En esta forma, la infección en el huerto se redujo, situación que indudablemente significó una menor cantidad de inóculo primario, ascosporas, durante la siguiente primavera. Además, la primavera de 1969 se caracterizó por largos períodos de sequía y temperaturas del aire relativamente altas (Figura 9), lo que pudo también afectar el desarrollo de los cuerpos frutales y por consiguiente la formación y liberación de las ascosporas.

De las observaciones recogidas, al examinar semanalmente muestras de hojas de manzano infectadas con sarna, puede señalarse que el período de liberación de ascosporas, en esta región de Chile, es de 15-17 semanas. Resulta de esta manera marcadamente más prolongado que en los huertos ingleses o en el noreste de Estados Unidos de Norteamérica, según los estudios realizados por Hirst *et al* (3) y Miller y Waggoner (5), respectivamente. Sin embargo, en el período es similar al determinado por Möller (6), en Australia del sur.

El examen semanal de muestras de hojas realizado en laboratorio por el método descrito en este trabajo, dio una útil información sobre la distribución y potencialidad del inóculo primario de *Venturia inaequalis* y los resultados obtenidos pueden utilizarse como índices auxiliares para un mejor control de la sarna del manzano en los huertos de la zona de Curicó.

RESUMEN

Durante los años 1966 a 1969, se efectuaron recuentos semanales de ascosporas de *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint., a partir de hojas altamente infectadas y recogidas en la zona de Curicó, Chile, con el objeto de conocer el período y forma de dispersión primaveral de las ascosporas, inóculo primario de esta enfermedad.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la liberación de ascosporas es un proceso continuo entre la última semana de agosto y los primeros días del mes de diciembre de cada año. La máxima cantidad de inóculo primario se presenta entre la segunda semana de septiembre y los primeros días de noviembre. La primera descarga de ascosporas está determinada por la temperatura promedio del aire y se produce cuando los cuerpos fructíferos han alcanzado la madurez y la temperatura antes mencionada fluctúa alrededor de 8°C.

Durante los cuatro años y bajo las condiciones de este trabajo, los resultados no se ajustan a una distribución normal, la amplitud del período de liberación de ascos-

poras se estima en 15-17 semanas y la cantidad de ascosporas producidas en cada año parece estar altamente afectada por las condiciones ambientales prevalentes durante la primavera anterior.

El examen semanal de hojas de manzanos, realizado en laboratorio de acuerdo con el método descrito, dio una útil información sobre distribución y potencialidad del inóculo primario de este organismo patógeno y se sugiere como índice auxiliar para un mejor control de la enfermedad.

SUMMARY

Weekly counts of ascospores of *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. from highly infested leaves collected in Curicó, Chile, were made in the years 1966 to 1969 to determine spring dispersion of the primary inoculum ascospores of apple scab.

Ascospore liberation started the last week of August or early September when the perithecia present on overwintered leaves on the ground had completed its development and the main air temperature was equal or above 8°C.

During the four years and under the conditions of this experiment the results did not follow a normal distribution and the inoculum liberation was every year a continuous process from the beginning to the middle of December. The period of ascospore release ranged from 15 to 17 weeks.

Weekly laboratory testing of leaf samples gave a useful guide to the potential for ascospore release. This method could be used as an aid to apple scab control by allowing accurate estimates to be made for the beginning, maximum and ending of the release period.

LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, H. W. Diseases of fruit crops. New York, Mc Graw Hill. 1956. 501 p.
2. HIRST, J. M. and STEDMAN, O. J. The epidemiology of apple scab (*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.). II. Observations on the liberation of ascospores. Ann. Appl. Biol. 50: 525-550. 1962.
3. ———, STOREY, I. F., WARD, W. C. and WILCOX, H. J. The origin of apple scab epidemics in the Wisbech area in 1953 and 1954. Plant Pathology 4: 91-96. 1955.
4. LI, J. C. R. Statistical inference. 3rd ed. Michigan, Edwards Brothers. 1966. v. 1. 675 p.
5. MILLER, P. M. and WAGGONER, P. E. Dissemination of *Venturia inaequalis* ascospores. Phytopath. 48: 416-419. 1958.
6. MOLLER, W. J. Studies on apricot gummosis and apple scab diseases in South Australia. M. Ag. Sci. Thesis. Univ. Adelaide. Australia. 1964.