



OFICINA EN PERÚ

PROGRAMA DE SANIDAD VEGETAL

Estudio Epidemiológico de la Roya
del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.)
en Tres Zonas Altimétricas de
Tingo María, Perú

Elio Hernández T.
Ramón Montoya H.
Rolando Ríos R.

Publicación Miscelánea No. 645
ISSN - 0534 - 5391

Enero de 1986
Lima - Perú

1. The first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee. The names are listed in alphabetical order, and the addresses are given in full, including the street name, number, and city.

2. The second part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee who have been elected to the office of chairman. The names are listed in alphabetical order, and the addresses are given in full, including the street name, number, and city.

IICA-CIDIA

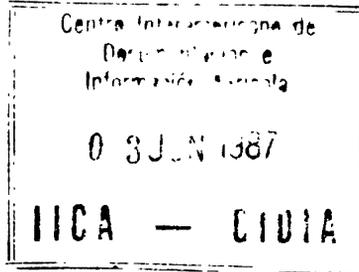
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

Oficina en Perú

Programa de Sanidad Vegetal

Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad de Agronomía



Estudio epidemiológico de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) en tres zonas altimétricas de Tingo María, Perú

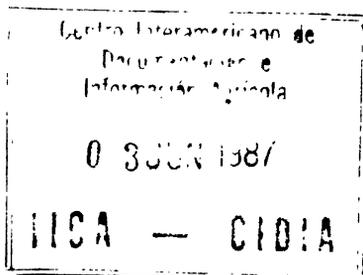
Ing. Tito Hernández T.
COORDINADOR DE INVESTIGACION, UNAS

Ing. Ramón Montoya H.
ESP. EN SANIDAD VEGETAL, IICA

Ing. Rolando Ríos R.
PROFESOR DE FITOPATOLOGIA, UNAS

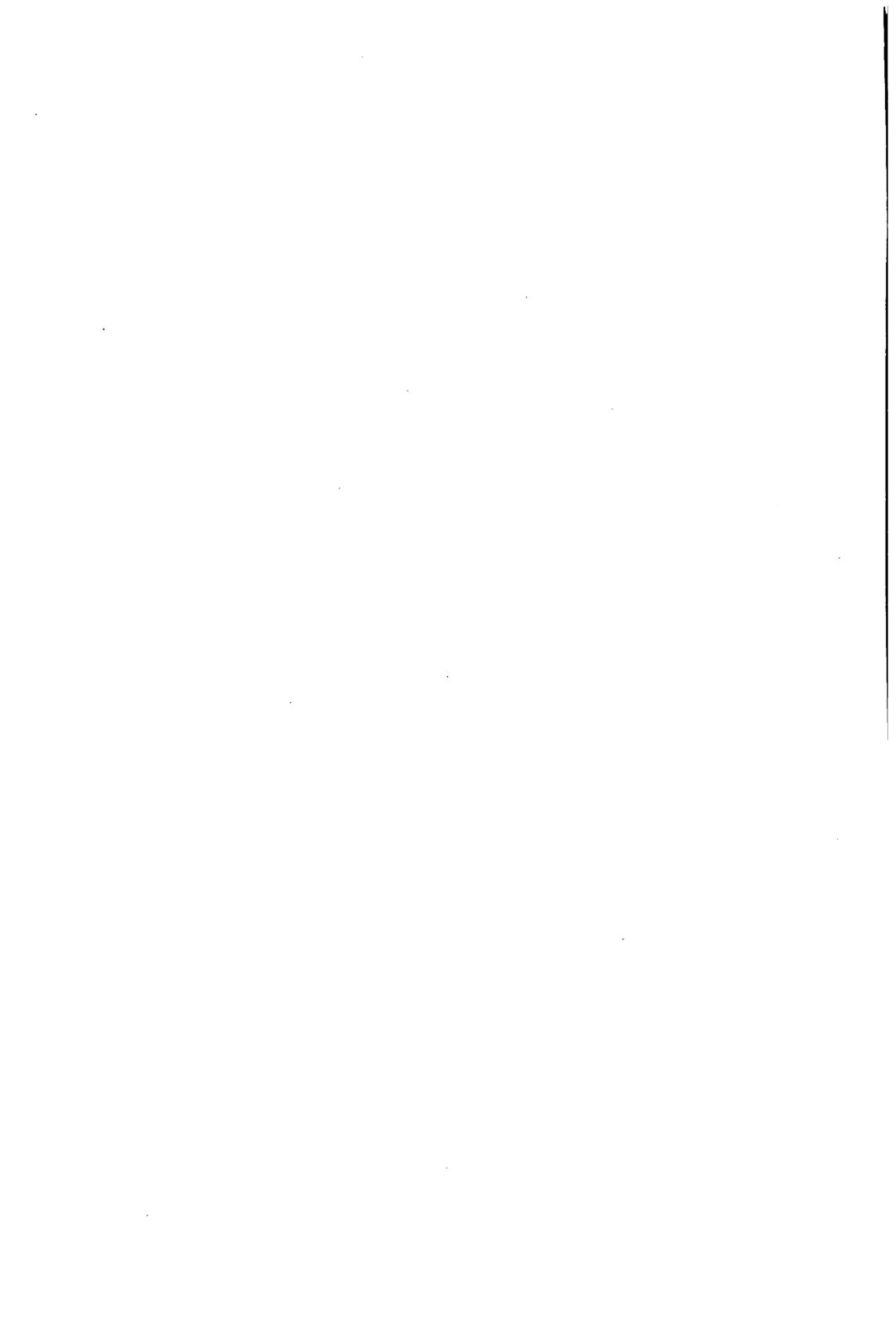
00000001

Estudio realizado dentro del Convenio de Cooperación entre el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Programa de Sanidad Vegetal, y la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía.



CONTENIDO

| | |
|--------------------------------------|----|
| Introducción | 5 |
| Revisión de Literatura | 6 |
| Materiales y Métodos | 7 |
| Resultados | 10 |
| Discusión | 20 |
| Conclusiones y Recomendaciones | 22 |
| Bibliografía | 23 |
| Anexos | 24 |



I. INTRODUCCION

En el Perú existen aproximadamente 120,000 ha cultivadas con cafetos, cuya explotación proporciona el sustento a más de 60,000 familias; la caficultura, por lo tanto, es una actividad agrícola muy importante desde el punto de vista social y económico.

Las zonas cafetaleras enfrentan diferentes problemas limitantes para el desarrollo y fomento del cultivo. De un lado, no se cuenta con una política de estímulo para el desarrollo de una actividad que constituye la principal fuente de divisas provenientes del sector agropecuario, y por otra parte, problemas de motivación y de orden institucional han impedido dedicar recursos para promover la investigación y asistencia técnica al cultivo del café. Esta situación ha traído como consecuencia que predominen, a nivel nacional, plantaciones con un escaso grado de tecnificación, algunas en estado de abandono, viejas y con rendimientos muy por debajo del mínimo aceptable.

En el aspecto fitosanitario, la roya (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) es el problema patológico más importante. Detectada oficialmente en 1979, en la provincia de Satipo, rápidamente se diseminó a todas las zonas cafetaleras; en Tingo María fue registrada en diciembre del mismo año, y como en las demás áreas, su incidencia y severidad son cada vez mayor, por el efecto acumulativo de esta enfermedad que produce la defoliación y el debilitamiento paulatino de los árboles de café, que se manifiesta en una seria reducción de la producción. Este efecto se acentúa por las condiciones de administración y baja tecnología, como se expresó antes.

Con el fin de contribuir al estudio de la enfermedad y de promover la búsqueda de aplicaciones y métodos de control, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA-, a través del Programa de Sanidad Vegetal y la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), celebraron convenios de cooperación que permitieron desarrollar este trabajo, cuyos objetivos fueron los siguientes:

Medir el efecto de los factores climáticos en el desarrollo de la roya amarilla del café, en diferentes pisos altimétricos.

Establecer la curva epidemiológica de progreso de la enfermedad de acuerdo a parámetros meteorológicos de la región, durante los meses de mayor y menor precipitación; y,

Estudiar la influencia de condiciones del hospedero, en la incidencia de la enfermedad.

II. REVISION DE LITERATURA

La roya y el cafeto son dos de los componentes más estudiados y sobre los cuales existe abundante literatura.

Epidemiológicamente, hospedero y patógeno interactúan en íntima relación de compatibilidad bajo las condiciones ambientales dadas para cada región. Esta es la razón y la importancia de adelantar estudios para caracterizar el comportamiento de la enfermedad (3).

En Brasil se ha avanzado mucho en el estudio epidemiológico de la roya del cafeto, desarrollando importantes parámetros para medir la incidencia, calcular y pronosticar epidemias y señalar las épocas y dosis de control. Así, Chalfoun y Silva, citados por (3) en el Estado de Minas Gerais, Municipios de Alfenas y Ponte Nova, verificaron que al final del ciclo de la enfermedad, la temperatura y la precipitación eran los factores más limitantes y que, en los meses de temperaturas abajo de 15 C, se registraba una caída brusca en el índice de infección; el inicio inmediato del periodo seco, incrementaba el efecto negativo en la dispersión y proceso de infección.

Bock citado por (5), indicó que los factores condicionantes de la incidencia y severidad de la Roya, cuando la temperatura no es limitante, son: la distribución e intensidad de las lluvias, la cantidad de inóculo residual al final de la estación seca y el grado de follaje del árbol.

Los trabajos de los autores como Kushalappa, Cháves y Fry, citados por Hernández (3) han permitido clarificar conceptos y medir el efecto de factores ambientales. Ellos expresan que la interacción del ambiente, la susceptibilidad del hospedero y la población del patógeno, son los factores que determinan la velocidad de desarrollo de la enfermedad y la necesidad de aplicación de productos químicos en forma eficiente. Este concepto da pie a la clasificación de epidemias monocíclicas y policíclicas, de acuerdo a la cantidad de inóculo inicial y a su tasa de crecimiento.

Con relación a la cuantificación de enfermedades y comportamiento de epidemias, Van der Plank (11) afirma que ello depende de la tasa relativa al inóculo producido durante el periodo estacional. Para cuantificar el incremento de la enfermedad, sugirió el modelo logístico que luego fue adaptado por Analytis, citado por (3) para el cálculo de las curvas de progreso de la enfermedad, mediante las funciones denominadas: monomolecular, logística, Gompertz y Weibull.

La tasa de infección y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad, son dos parámetros usados en epidemiología comparativa.

Finalmente, para medir el efecto y la relación de la altitud, con la incidencia de la enfermedad, se han ajustado varias curvas, utilizando los datos obtenidos por Bock. De esta forma, la función geométrica $Y_i = 2634.95 (0.9971)^{X_i}$, permite calcular satisfactoriamente el grado de incidencia como función de la altura sobre el nivel del mar.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Experimento de campo

Los ensayos fueron conducidos en parcelas experimentales, ubicadas en tres localidades diferenciadas por la altitud, así:

1. En los cafetales de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y de Supte en Tingo María, Huánuco a 670 msnm,
2. En los cafetales de la localidad de Sortilegio y La Vega en el distrito de Hermilio Valdizán, departamento de Huánuco, a 1 100 y 1 000 msnm, respectivamente.
3. En los cafetales de la localidad de San Isidro a 1 600 msnm, distrito de Hermilio Valdizán, departamento de Huánuco.

Los ensayos fueron conducidos durante cuatro períodos, dos de ellos en época "lluviosa" y dos en la época seca:

Período A: Setiembre 1982 - marzo 1983 (lluvioso)

Período B: Octubre 1983 - febrero 1984 (lluvioso)

Período C: Abril 1981 - setiembre 1981 (seco)

Período D: Abril 1984 - setiembre 1984 (seco)

Debe advertirse que para el análisis del comportamiento epidemiológico de la enfermedad, en lo que hace relación al efecto de la precipitación, no se consideraron los datos del período seco, C, por problemas presentados en el registro de las lecturas meteorológicas en ese período.

B. Selección del campo

Para la conducción de los trabajos de campo se seleccionaron plantaciones representativas de la región, en cuanto a edad, manejo, variedades, porte y prácticas culturales aplicadas, de tal manera que pudieran considerarse como cafetales "tipo promedio" para cada zona.

En la zona alta se seleccionó un cafetal de aproximadamente ocho años de edad con plantas de las variedades típica y caturra, con un sobreamiento medio.

En la zona media se tomaron plantaciones de aproximadamente 10 años, con plantas de la variedad caturra, con sombra media.

En la zona baja se escogió un cafetal de 12 años de edad aproximadamente, con plantas de las variedades típica y caturra y con un sobreamiento medio.

C. Componentes en estudio

1. Altitud

Este factor se tuvo en cuenta luego de realizar una prospección en la zona cafetalera de Tingo María por una comisión integrada por representantes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Cooperativa Agropecuaria Naranjillo Ltda. N° 149 y Ministerio de Agricultura. Como se explicó anteriormente, las zonas se clasificaron en:

Zona Altimétrica Baja: 670 msnm.

Zona Altimétrica Media: 1 100 msnm.

Zona Altimétrica Alta: 1 600 msnm.

2. Planta

Siguiendo la metodología planteada por Kushalappa (4), se seleccionaron plantas teniendo en cuenta que fueran representativas; se tomaron 10 plantas por hectárea en cada zona altimétrica, procurando que la condición de ataque de roya fuera casi similar en todas las plantas.

Para cuantificar la enfermedad según la altura de la planta, las evaluaciones se hicieron en tres estratos:

Estrato superior

Estrato medio y

Estrato inferior de la planta.

En cada estrato se tomaron dos ramas, tipo normal, que fueron identificadas con cintas de colores diferentes.

3. Patógeno

Para medir la incidencia de ataque se realizaron lecturas quincenales para evaluar el porcentaje de hojas infectadas (3).

4. Medición de temperatura y precipitación

Para medir los parámetros meteorológicos se instalaron termógrafo y pluviómetro, para cada localidad en estudio. Para obtener los datos de temperatura se cambiaron las bandas o gráficos semanalmente y, para las lluvias, las mediciones fueron cada 15 días. Esta metodología se usó en la zona alta y media. En el caso de la zona baja, los datos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica de Tingo María.

5. Ejecución de prácticas agronómicas

Durante la realización del experimento se efectuaron las prácticas culturales y agronómicas normales, a excepción de la aplicación de fungicidas.

D. Análisis matemático de la epidemia

1. Parámetros de cuantificación de la enfermedad

a. Tasa de infección de la enfermedad

Este parámetro se obtuvo a partir de los datos sobre proporción de la enfermedad acumulada, para cada zona altimétrica, que, al confrontarlos con el tiempo, originaron la gráfica de la curva de progreso de la enfermedad para el período octubre 1982/1983. Se escogió este período por ser el más representativo en las condiciones meteorológicas registradas, y por la continuidad que hubo en la toma de datos a lo largo del año agrícola.

Los datos de proporción de enfermedad (X) fueron transformados a $\ln \frac{X}{1-X}$ y colocados frente al tiempo (lecturas cada 15 días), lo que permitió calcular por análisis de regresión lineal, la inclinación de la curva de progreso de la enfermedad o tasa de infección, parámetro denominado así por Van der Plank (11).

b. Area debajo de la curva de progreso de la enfermedad

Además de la tasa de infección, se determinó el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE), con el fin de tener una idea más completa sobre el comportamiento de la enfermedad. Este parámetro fue calculado usando la siguiente fórmula, propuesta por Shanner y Finney (10):

$$ACPE = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(Y_{i+1} + Y_i)}{2} \right] [X_{i+1} - X_i]$$

donde: Y_i = Proporción de enfermedad en la i ésima observación

X_i = Tiempo en la i ésima observación

n = Número total de observaciones.

IV. RESULTADOS

A. Comportamiento general de la enfermedad

1. Grado de ataque (% hojas infectadas)

a. Período lluvioso.

En la Figura 1 se presentan los resultados del grado de infección expresado como porcentaje de hojas infectadas en las tres zonas altimétricas en estudio, durante los períodos lluviosos A y B. Los valores de infección fueron diferentes entre los dos períodos en estudio, entre las zonas altimétricas y, dentro de las partes del árbol consideradas en cada año. Los porcentajes de hojas infectadas en el período B fueron superiores a los del período A. De acuerdo a las zonas altimétricas, el mayor grado de infección se observó en la zona baja y, el menor ataque en la zona alta, correspondiendo para la zona media un nivel intermedio entre ellos. Con relación a la parte del árbol, se registró un mayor ataque en las ramas inferiores y menor en las ramas superiores.

En la Figura 1 se observa que para cada período lluvioso, los valores promedios más altos se registraron en la rama inferior de la zona baja, con 43 y 50 % de hojas infectadas, respectivamente; y los valores más bajos, en la rama superior de la zona alta, con 9 y 12 %

b. Período seco

Conforme podemos observar en la Figura 2, se registraron mayores porcentajes de hojas infectadas en el período seco D, con relación al período seco C, siguiendo la misma tendencia anotada en los períodos lluviosos. El mayor ataque se observó en la rama inferior de la zona baja y el menor en la rama superior de la zona alta.

Los valores promedios más altos se registraron en la rama inferior de la zona baja, con 25 y 36 %, respectivamente; y los valores más bajos en la rama superior de la zona alta, con 9 y 12 % para los dos períodos secos.

B. Comportamiento epidemiológico de la enfermedad

El desarrollo de la enfermedad en los períodos lluviosos de A y B, así como el registro de la precipitación pluvial y la temperatura en las tres zonas altimétricas en estudio, se detallan en las Figuras 3 y 4, respectivamente; y el comportamiento de la epidemia en el período seco D se observa en la Figura 5.

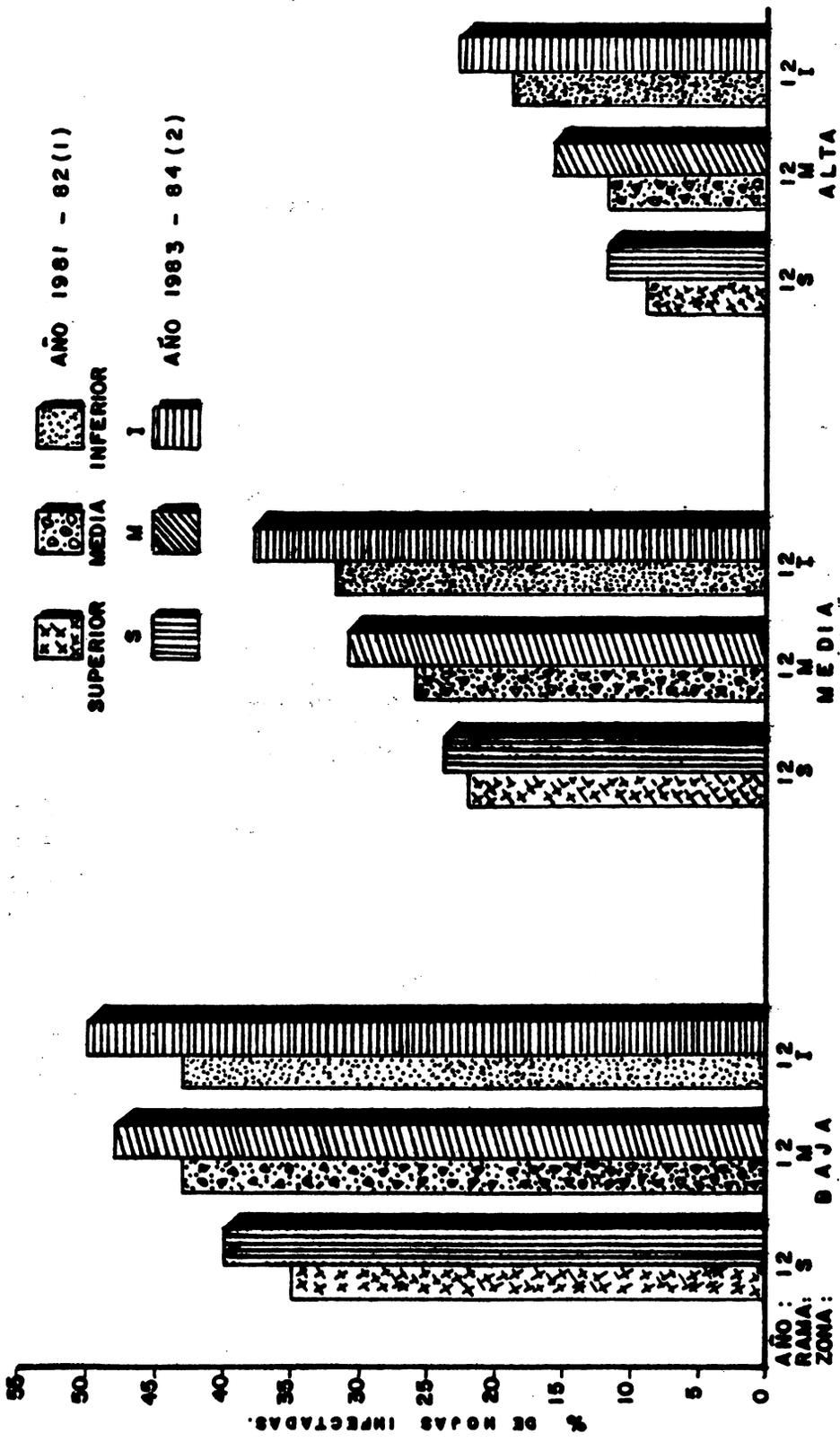


Figura 1. Grado de infección expresado como porcentaje de hojas infectadas, de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar, a la parte del árbol en los períodos "lluviosos" (A y B) en Tingo María - Perú.

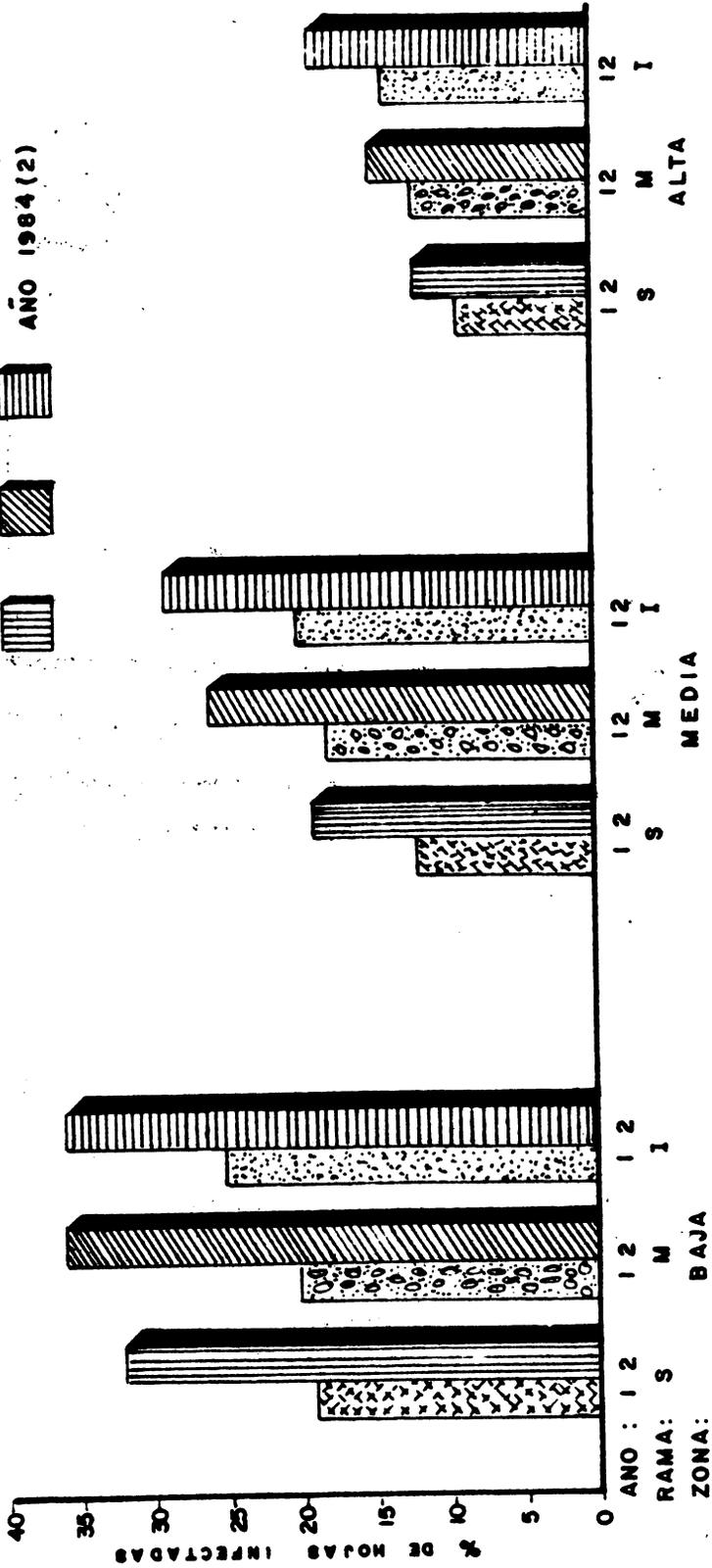
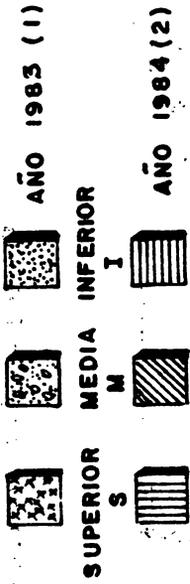


Figura 2. Grado de infección, expresado como porcentaje de hojas infectadas, de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar, a la parte del árbol en los períodos secos C y D, en Tingo María - Perú.

Como se puede observar en ellas, los valores del porcentaje de hojas infectadas, lo mismo que la precipitación y temperatura fueron diferentes entre cada período en estudio y dentro de un período. En estas condiciones el análisis del desarrollo de la enfermedad debe realizarse para cada zona altimétrica en un determinado período.

Para la zona altimétrica baja se determinó al inicio del estudio que la incidencia de la enfermedad en el período A fue de 19%; y en el período B fue de 20%; incrementándose en ambos períodos a medida que aumentaban las lluvias. A partir de noviembre, la incidencia creció rápidamente, alcanzando su máximo en diciembre y enero.

Con relación a la zona altimétrica alta, se determinó al inicio del estudio que la incidencia de la enfermedad en el período A fue de 3% y en el período B fue de 4%, incrementándose en ambos a medida que aumentaban las lluvias; el valor máximo se observa en febrero y marzo, coincidiendo con un incremento en la precipitación pluvial.

En la Figura 5 se observa que en el período seco D, zona altimétrica baja, el porcentaje de infección en abril fue de 11%, llegando en mayo a 19% y alcanzando su máximo en junio con un 32%.

C. Análisis matemático del progreso de la enfermedad

En el cuadro 1 y figura 6 se presentan los valores acumulados de proporción y de progreso de la enfermedad, respectivamente, durante el período de octubre 1982 a octubre 1983, tiempo en el cual fue posible obtener datos de campo en forma continuada con fines del presente análisis. Se anota que los valores iniciales de proporción de enfermedad en cada zona altimétrica, nivel considerado como "inóculo inicial" varió entre una zona y otra, encontrándose el más alto (0.20) en la zona baja.

En el cuadro 2 se presentan los valores de la tasa de infección y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad en las tres zonas altimétricas, parámetros que en conjunto e individualmente, refuerzan la certeza del mayor desarrollo de la enfermedad registrado en la zona baja.

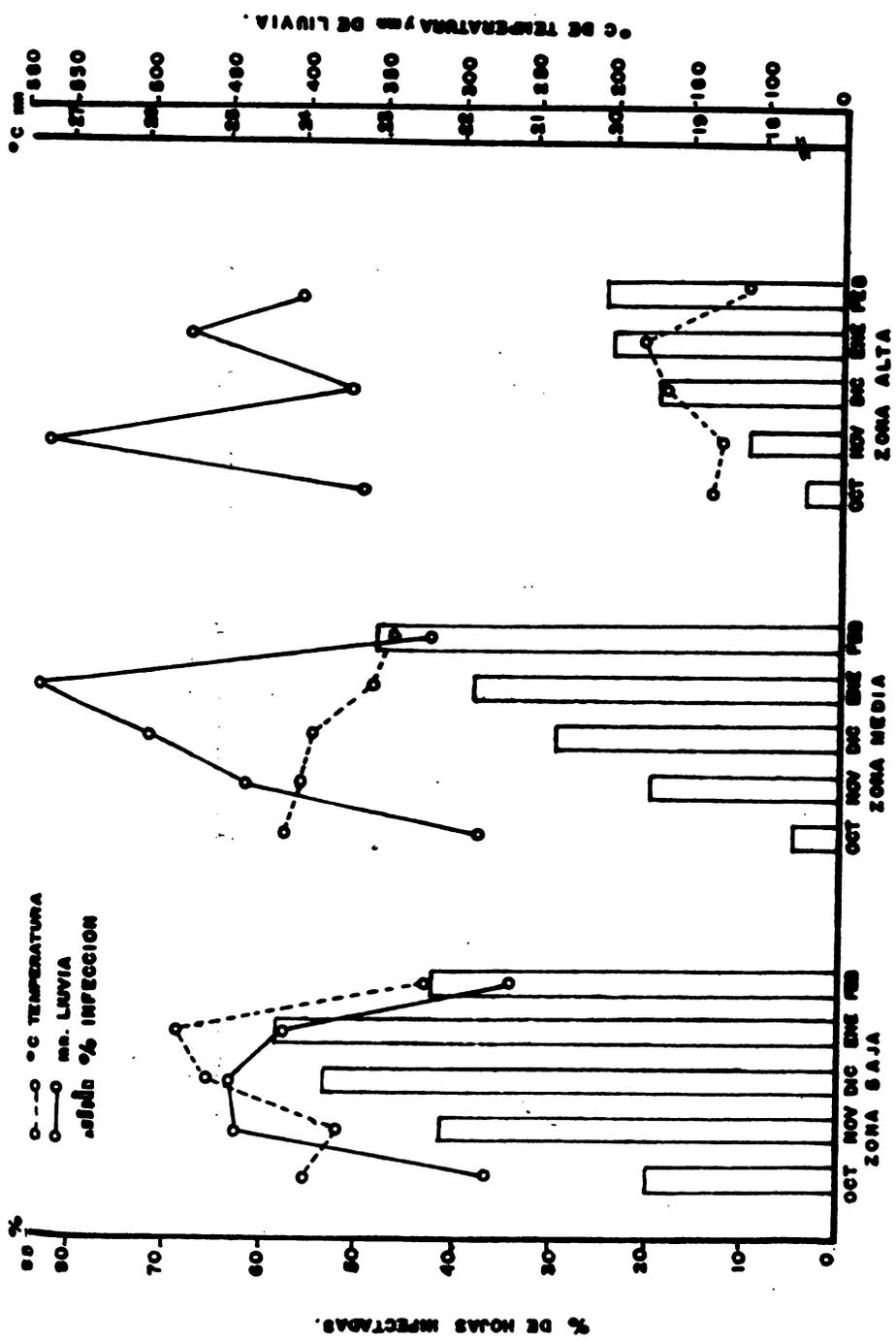


Figura 4. Porcentaje de hojas infectadas relacionado con la precipitación y temperatura en las zonas baja, media y alta, durante el período lluvioso B, en Tingo María - Perú.

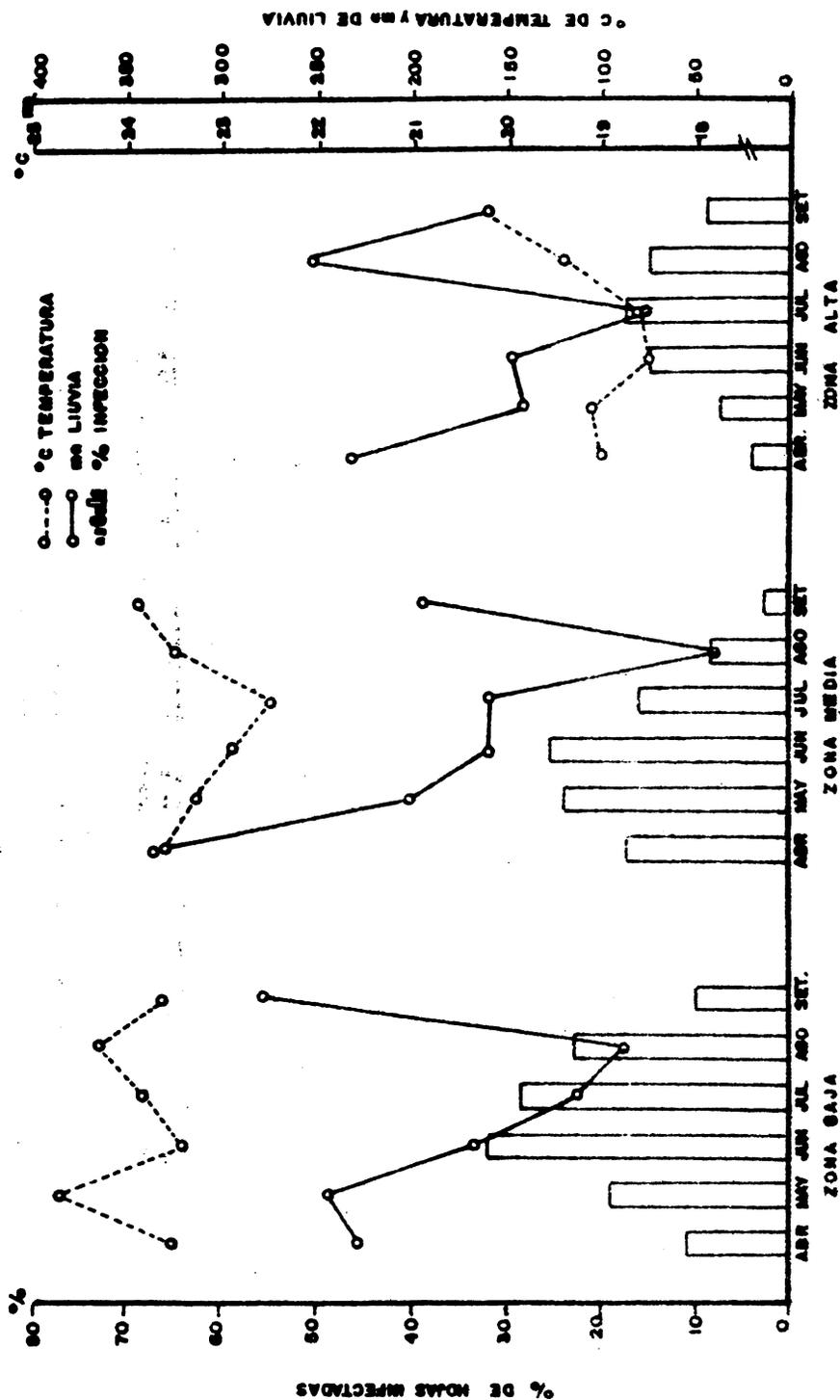


Figura 5. Porcentaje de hojas infectadas relacionado con la precipitación y temperatura, en las zonas baja, media y alta, durante el período seco D, en Tingo-María - Perú.

Cuadro 1: Valores de proporción de enfermedad acumulados durante el período octubre 1983 — 1984, en las tres zonas altimétricas en estudio. Tingo María, Perú, 1984.

| Evaluación | Zona baja | Zona media | Zona alta |
|------------|-----------|------------|-----------|
| 1 | 0.20 | 0.05 | 0.04 |
| 2 | 0.38 | 0.14 | 0.09 |
| 3 | 0.39 | 0.23 | 0.13 |
| 4 | 0.40 | 0.24 | 0.14 |
| 5 | 0.41 | 0.25 | 0.19 |
| 6 | 0.42 | 0.27 | 0.21 |
| 7 | 0.43 | 0.29 | 0.22 |
| 8 | 0.43 | 0.30 | 0.23 |
| 9 | 0.43 | 0.33 | 0.23 |
| 10 | 0.45 | 0.35 | 0.24 |
| 11 | 0.45 | 0.42 | 0.24 |
| 12 | 0.45 | 0.43 | 0.24 |
| 13 | 0.50 | 0.43 | 0.24 |
| 14 | 0.54 | 0.43 | 0.25 |
| 15 | 0.56 | 0.44 | 0.25 |
| 16 | 0.56 | 0.44 | 0.25 |
| 17 | 0.58 | 0.45 | 0.25 |
| 18 | 0.58 | 0.45 | 0.25 |
| 19 | 0.58 | 0.45 | 0.25 |
| 20 | 0.59 | 0.45 | 0.25 |
| 21 | 0.59 | 0.45 | 0.25 |
| 22 | 0.59 | 0.45 | 0.25 |

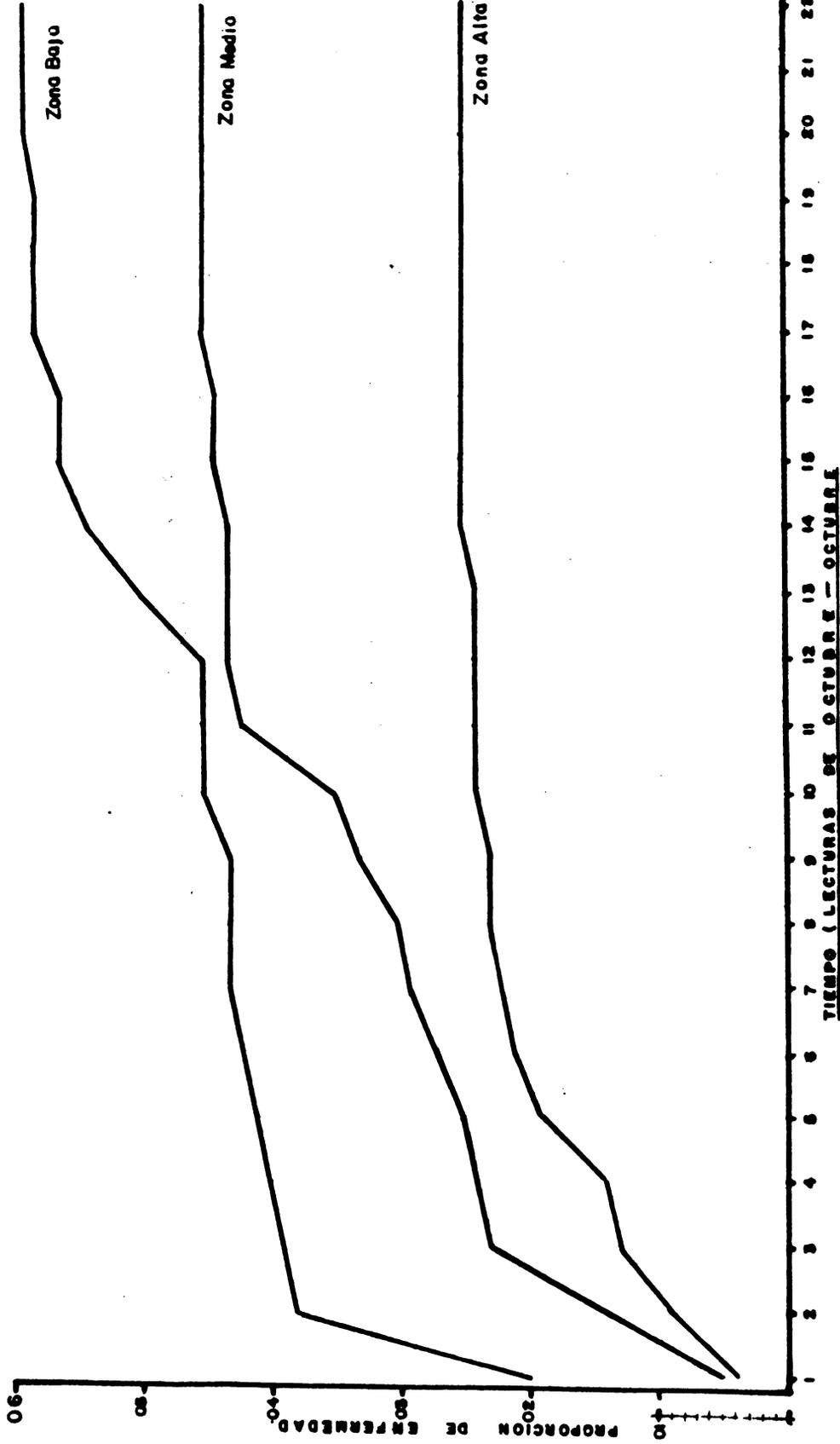


Figura 6. Curvas de progreso de la Roya Amarilla del Cafeto en las zonas altimétricas baja, media y alta de Tingo María - Perú - 1984.

Cuadro 2. Tasa de infección de *H. vastatrix*. Area debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE) e inóculo inicial, observados en las tres zonas altimétricas de Tingo María - Perú, durante el período octubre 1983 a octubre 1984.

| ZONA ALTIMETRICA <u>1/</u> | TASA DE INFECCION <u>2/</u> | INOCULO INICIAL <u>3/</u> | ACPE |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------|
| Zona Baja | 0.108 | 0.20 | 140.7 |
| Zona Media | 0.130 | 0.04 | 104.6 |
| Zona Alta | 0.160 | 0.04 | 63.8 |

1/ Zona Baja = 670 msnm, Zona Media 980 msnm, Zona Alta 1 600 msnm.

2/ Logit / 14 días.

3/ Proporción de la enfermedad al inicio del experimento.

V. DISCUSION

A. Comportamiento de la enfermedad

El comportamiento y el grado de ataque de la roya del cafeto varía en función del período estacional y la altura sobre el nivel del mar del área estudiada, como se observa en los resultados obtenidos. Los valores más altos del nivel de ataque y desarrollo de la enfermedad se presentan en la zona baja, a 670 msnm., en comparación con las zonas alta y media, tal como se observa en las figuras 1, 2, 3, 4, 5, y 6.

Estos datos, ahora cuantificados, confirman las observaciones efectuadas por los autores en las principales zonas cafeteras de Perú y Bolivia, donde la enfermedad ha tenido un comportamiento diferente a lo esperado, con relación a lo que sucede en Brasil y a los reportes de Africa, cuyos estudios publicados sobre la influencia de la altura pronosticaron una alta incidencia de la roya en regiones alrededor de los 1 000- 1 200 msnm. Para explicar este comportamiento, es necesario acudir a la influencia de la latitud a la cual se encuentran las plantaciones, a los frecuentes cambios estacionales durante el año, a las condiciones topográficas de los suelos, a las prácticas de manejo del cultivo, especialmente el sombrío y sobre todo, a la temperatura. El efecto de este último factor, sin duda, es determinante en el ciclo, incidencia y desarrollo de la enfermedad, como lo expresan varios autores (5, 7, 8).

Para los países del Area Andina que producen el 20% de la producción mundial de café, estos resultados y observaciones son importantes porque permiten alentar la esperanza de que el manejo de la roya del cafeto será más fácil y económico de lo que en un principio se pensó, ya que las regiones cafeteras predominan en áreas ubicadas en altitudes por encima de los 1100 msnm.

Con relación a los periodos lluviosos y secos, hubo mayor incidencia de la enfermedad en los periodos A y B, en comparación con C y D. Una explicación lógica está determinada por la distribución de la intensidad de la precipitación pluvial, por la cantidad de inóculo presente antes de iniciarse cada periodo, y por la cantidad de follaje presente en las plantas.

Se pudo conocer también cómo varía el ataque de la enfermedad con la altura de la planta, registrándose una mayor incidencia en la rama y parte inferior del árbol, y menor en la superior (Fig. 1 y 2). Esta observación servirá para conducir mejor estudios posteriores de epidemio-

logía de la enfermedad, bajo condiciones de sombrero, situación que predomina en las plantaciones de los países andinos; en cuanto que, a pleno sol, las evaluaciones se dirigen a la parte media del árbol, como ocurre en Brasil (3). Otro aspecto que debe hacerse notar es que el desarrollo de la enfermedad y su incidencia a través del año, en los diferentes periodos en estudio, guardó mayor relación con la distribución más o menos uniforme de las lluvias, que con el total caído en un mismo periodo. Esto confirma los trabajos realizados por Kushalappa (3) y otros autores.

B. Análisis matemático del progreso de la enfermedad

El cuadro 2 indica que la tasa de infección de *H. vastatrix* en la zona baja es menor que en las otras zonas, hecho que estaría fuera de lógica, a la luz de los resultados obtenidos en todo el experimento. La explicación a este fenómeno se encuentra al observar que, en la primera lectura, la cantidad de enfermedad presente y que se denomina convencionalmente "inóculo inicial", es marcadamente más alta en la zona baja, que en las zonas media y alta. Este hecho por sí mismo, constituye una limitación a la velocidad de desarrollo de la enfermedad, comparada con aquella que se alcanza partiendo de "inóculos iniciales" bajos.

La tasa de infección es un parámetro comúnmente utilizado por los investigadores (3, 11) en el análisis cuantitativo de epidemias; sin embargo, encuentra limitaciones cuando la cantidad de inóculo inicial difiere significativamente entre tratamientos. Para evitar estas confusiones y tener otros elementos de juicio, se calculó el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE), que es un parámetro empleado por varios investigadores en casos como el indicado; ésto es lo que se ve en el cuadro 2, donde el valor de la cantidad de enfermedad (ACPE) es mayor en la zona baja y menor en la zona media y alta, a pesar de que los valores de tasa de infección no se corresponden.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que el factor altitud sobre el nivel del mar, y la latitud determinan que el ciclo fenológico del café sea diferente de una zona altimétrica a otra. Este aspecto es importante considerarlo cuando se proyectan experimentos epidemiológicos como el presente, puesto que la predisposición y susceptibilidad del hospedero, son modificados por su estado fisiológico, en cada zona. Por lo tanto, en los ensayos que se planeen, deberá considerarse que el estado vegetativo y el desarrollo de la enfermedad en plantaciones ubicadas a mayores altitudes, pueden estar desfasados, con relación a lo que ocurre en cultivos establecidos en zona baja y, como consecuencia, los niveles de inóculo inicial serán diferentes y tendrán efectos distintos en la tasa de infección.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En las condiciones climáticas de Tingo María, Perú, la incidencia y el desarrollo de la Roya del Cafeto son especialmente severos en las plantaciones ubicadas en la zona baja (670 msnm) y menor en la zona alta.
2. El estado fisiológico del cultivo, de acuerdo a la altitud, es determinante en el desarrollo de la enfermedad, medido en términos de la tasa de infección, proporción de enfermedad e inóculo inicial. Por ello, para las diferentes zonas en estudio y para cuantificar la epifitía, es más recomendable el uso del parámetro "Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad" que la "Tasa de infección". Por la misma razón, es necesario correlacionar cuantitativamente en estado fisiológico del cultivo, con el desarrollo y comportamiento de la roya en cada zona altimétrica. Se recomienda iniciar estos ensayos, en la época de mínimo crecimiento vegetativo, que de acuerdo al desarrollo fenológico del cafeto, se presenta inmediatamente después de la cosecha.
3. La severidad de la enfermedad aumenta visiblemente en los periodos lluviosos, comparada con la frecuencia en periodos secos. El efecto de la temperatura sobre el mayor desarrollo de la Roya se obtuvo en los ensayos realizados en la zona baja.
4. Para efectos de iniciar el control químico, deberán considerarse como críticos los meses de noviembre y diciembre, en la zona baja, en cuanto que en la zona alta, no hay indicación de requerirse la aplicación de este control; sin embargo, en los meses de febrero y marzo, se presentan las condiciones más favorables para el desarrollo de la enfermedad.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. GUERRERO, R., M. Estudio preliminar de la epidemiología y control químico de la roya amarilla del café *H. vastatrix* Berk. UNAS. Tesis Ingeniero Agrónomo. 1981.
2. HERNANDEZ, T.A. La caficultura en crisis. Revista Tingo María (Perú) Nº 6:12-16. 1980.
3. ————. Avaliação de modelo de previsão da Ferrugem do Café para determinar a aplicação de fungicidas. Universidade Federal de Vicosa. Tese de M.Sc. 1984.
4. KUSHALAPPA, A.C. & LUDWIG, A. Calculation of apparent infection rate in plant diseases: Develop of a method to correct host growth. *Phytopathology* 71:1373-1377. 1982.
5. MONTOYA H., R. Chaves, G.M. Influencia da temperatura e da luz na germinação, infectividade e período de geração de *Hemileia vastatrix* Berk y Br. *Experientiae* (18):11.239-266 p.
6. OBANDO, CH. Biología y epidemiología de *H. vastatrix* Berk. en Tingo María (Perú). UNAS Tesis Ing. Agr. 1981.
7. PAEZ, G. Método de muestreo para el reconocimiento de la roya en Costa Rica. IICA-OEA. Turrialba, 8-13, 59-61 pp.
8. RAYNER, M. Studies on the biology of *H. vastatrix* Berk. *Transaction British Mycological Society*. 46(6):27-28. 1963.
9. SAYAGO A., M. Biología de la roya amarilla del café. In Curso de capacitación del café. Lima, noviembre 19-30. 1979. Informe.
10. SHANNER, G. & FINNEY, R.E. The effects of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology* 67: 1051-1056. 1977.
11. VAN DER PLANK, J.E. *Plant Diseases: Epidemics and control*. Academic Press, N.Y. pp. 349. 1963.

ANEXO 1: Condiciones climáticas Predominantes en las Zonas Cafetaleras de Tingo María, Perú.
(Promedio 5 años: 1973-1978).

| M E S | TULUMAYO | | | TINGO MARIA | | | LA VEGA | | | DIVISORIA | | |
|-----------|----------|---------|---------------|-------------|---------|---------------|---------|---------|---------------|-----------|---------|---------------|
| | Temp. | Humedad | Precipitación | Temp. | Humedad | Precipitación | Temp. | Humedad | Precipitación | Temp. | Humedad | Precipitación |
| Enero | 23.3 | 89 | 296 | 23.4 | 85 | 415 | 23.2 | 88 | 415 | 20.0 | 89 | 480 |
| Febrero | 23.1 | 89 | 293 | 22.9 | 83 | 368 | 22.9 | 87 | 370 | 18.0 | 88 | 360 |
| Marzo | 23.9 | 87 | 194 | 23.6 | 85 | 379 | 23.3 | 86 | 375 | 19.5 | 88 | 390 |
| Abril | 24.3 | 86 | 128 | 23.4 | 85 | 285 | 23.6 | 84 | 225 | 19.0 | 88 | 270 |
| Mayo | 24.3 | 85 | 164 | 23.8 | 82 | 110 | 23.3 | 84 | 210 | 19.0 | 87 | 180 |
| Junio | 23.3 | 88 | 256 | 22.4 | 87 | 152 | 22.9 | 82 | 150 | 18.5 | 85 | 120 |
| Julio | 22.6 | 83 | 180 | 22.9 | 77 | 131 | 22.5 | 79 | 130 | 18.5 | 85 | 90 |
| Agosto | 23.3 | 76 | 150 | 24.2 | 69 | 115 | 23.5 | 81 | 115 | 19.4 | 86 | 150 |
| Setiembre | 23.8 | 79 | 268 | 24.3 | 71 | 278 | 23.9 | 81 | 275 | 20.3 | 88 | 150 |
| Octubre | 24.6 | 79 | 198 | 24.1 | 78 | 278 | 23.9 | 81 | 275 | 20.3 | 88 | 270 |
| Noviembre | 24.4 | 86 | 370 | 25.5 | 77 | 314 | 23.7 | 83 | 310 | 18.7 | 90 | 200 |
| Diciembre | 24.0 | 88 | 352 | 25.5 | 76 | 369 | 23.6 | 83 | 370 | 19.5 | 90 | 330 |

ANEXO 2: Promedio de infección expresado por el porcentaje de hojas infectadas en las tres zonas altimétricas para los dos periodos "lluviosos" en estudio.

| Zonas | Periodo Lluvioso A Promedio de Infección | Periodo Lluvioso B Promedio de Infección |
|-------|---|---|
| Baja | 39.0 a | 43.2 a |
| Media | 24.8 b | 28.4 b |
| Alta | 12.7 b | 16.6 c |

Los promedios de los tratamientos con letras comunes son estadísticamente iguales según la prueba de DUNCAN al 5%.

ANEXO 3: Promedio de Infección expresado por el porcentaje de hojas infectadas en las tres zonas altimétricas para los dos periodos "secos" en estudio.

| Zona | Periodo Seco C Promedio de Infección | Periodo Seco D Promedio de Infección |
|-------|---|---|
| Baja | 20.5 a | 30.9 a |
| Media | 15.7 a b | 23.5 a b |
| Alta | 11.3 b | 15.1 b |

Los promedios de los tratamientos con letras comunes son estadísticamente iguales según la prueba de DUNCAN al 5%.

