

**VIENTOS DE SUPERFICIE EN LA
ESTACION EXPERIMENTAL AGRICOLA
FABIO BAUDRIT M.**

ESTE TRABAJO HA SIDO REALIZADO
GRACIAS AL "CONTRATO ENTRE EL
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y
GANADERIA Y LA UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA PARA FORTALECER
LAS INVESTIGACIONES AGRO-
METEOROLÓGICAS", QUE SE
INICIO EL 14 DE ABRIL DE
1970

INDICE

	<u>Página</u>
INTRODUCCION.....	1
GENERALIDADES SOBRE EL VIENTO.....	2
VELOCIDAD DEL VIENTO.....	3
VIENTOS DEL VALLE.....	4
VALLE CENTRAL DE COSTA RICA.....	6
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE SUPERFICIE DE LA ESTACION EXPERIMENTAL AGRICOLA FABIO BAUDRIT M.....	6
COMENTARIOS A MANERA DE CONCLUSION.....	20
LITERATURA CONSULTADA.....	25

VIENTOS DE SUPERFICIE EN LA ESTACION EXPERIMENTAL

AGRICOLA FABIO BAUDRIT M.

Luis Angel Vives Fernández*

Introducción

El viento constituye uno de los factores climáticos que afectan el desarrollo de las plantas, propagación de muchas semillas, esporas, etc. Efectúa la polinización de las plantas anemófilas, para lo cual es importante considerar su dirección al tiempo en que se desprende el polen. Tanto el polen como las semillas pueden ser llevadas a grandes distancias del punto de origen. Los vientos fuertes interfieren con las actividades de los insectos durante la polinización.

La presión del viento ocasiona el doblamiento y la deformación de árboles y arbustos. El efecto en los cultivos de los vientos fuertes puede ser tan apreciable como que físicamente pueden ser destruidos en su totalidad cuando los vientos son mayores de 96 km h^{-1} ; a esta velocidad inclusive los árboles grandes son afectados, quebrándose total o parcialmente.

La evaporación y la evapotranspiración son afectados por la velocidad del viento, de manera que altas velocidades incrementan estos fenómenos y las necesidades de agua disponible aumentan.

El perjuicio causado a los brotes y a las yemas de lado del viento, es a menudo acompañado por un aumento del crecimiento en el lado protegido (crecimiento en bandera).

* Catedrático de la Universidad de Costa Rica.

La dirección del viento prevalente puede ser fácilmente deducida no sólo de los árboles sino también de la vegetación herbácea.

Al presentar la tabulación del análisis horario del viento superficial por mes, como valores promedio para la velocidad (de la dirección dominante) y valores dominantes para la dirección, se pretende contribuir con los estudios de diseminación de plagas y enfermedades, de polen, "contaminantes" del aire (insecticidas, fungicidas, herbicidas, etc) del área en que está ubicada la Estación Experimental Agrícola citada. Los datos del viento han sido tomados de la Estación Agrometeorológica Central Ing. Rafael Angel Chavarría, de la Universidad de Costa Rica, ubicada a los 10° 01' de latitud norte, 84° 16' de longitud oeste y 840 metros s.n.m., dentro de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M.

Generalidades sobre el viento

Las observaciones del viento son diferentes, por ejemplo de las de temperatura, de presión, en cuanto a que dos cantidades deben ser observadas: dirección y velocidad.

Según el Servicio Meteorológico canadiense define el viento como aire en movimiento, que incluye dirección e intensidad de la velocidad. La ausencia de cualquier aparente movimiento del viento se dice que es una calma. La dirección del viento es la dirección por la cual el viento está soplando. La velocidad (intensidad) del viento es la velocidad del aire que pasa por un determinado punto.

De acuerdo a la definición dada por la Organización Meteorológica Mundial la calma ocurre cuando el viento tiene una velocidad

de $3,7 \text{ km}^{\text{h}^{-1}}$ a cero, y el viento dominante es aquel cuya dirección, en un lugar dado, tiene una alta frecuencia, mayor que la de los otras direcciones

Dirección y velocidad son sensibles a la influencia de edificios, árboles y otros obstáculos. Es por lo tanto difícil obtener mediciones del viento representativos del flujo del aire a una distancia de varios km del punto de observación.

La fricción entre el aire en movimiento y la superficie (suelo o cultivo), retarda el movimiento del aire cerca de esa superficie (suelo o cultivo). La capa de aire cerca de esta superficie, sensible a esta influencia de fricción, se conoce como capa de fricción. La parte superior de esta capa se extiende a alturas desde varios cientos de metros hasta 1 o más km dependiendo de las condiciones meteorológicas y topográficas. Sobre la parte superior de esta capa friccional, está la atmósfera libre; libre en el sentido de no estar directamente afectada por fuerzas de fricción originadas en la superficie de la tierra.

Velocidad del viento:

Cerca del suelo, la velocidad del viento aumenta rápidamente con la altura según la ecuación

$$u = u_{10} \left(\frac{Z}{Z_{10}} \right)^{1/7}$$

La cual se puede usar bajo condiciones meteorológicas promedio.

u_{10} es la velocidad media a una altura estandar Z_{10} de 10 m y u es la velocidad media a una altura mayor Z .

Sobre un terreno con muchos obstáculos (áspero) la velocidad

del viento es mucho menor que sobre un terreno limpio de obstáculos o sobre el agua. Una relación aproximada de esto, es la siguiente:

- Terreno áspero----- $u_s = 0.5 u_f$
- Terreno promedio----- $u_s = 0.8 u_f$
- Terreno limpio o sobre agua-----, $u_s = 0.9 u_f$

donde, u_s = velocidad en la superficie
 u_f = velocidad en la atmósfera libre

Durante el día el viento de superficie tiende a ser más grande en relación al de la noche

Vientos del valle

Los vientos en un valle son aquellos que se mueven hacia abajo y hacia arriba sobre el eje mayor del valle. Se mueven en la siguiente manera:

FIGURA 1
VIENTOS DEL VALLE DURANTE LA NOCHE (DESPEJADA)

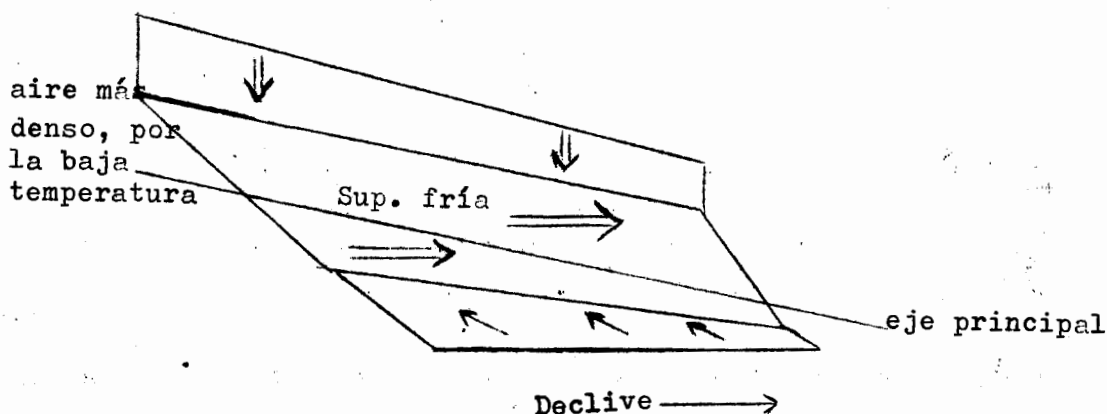


FIGURA 2.
VIENTOS DEL VALLE DURANTE EL DIA (DESPEJADO)

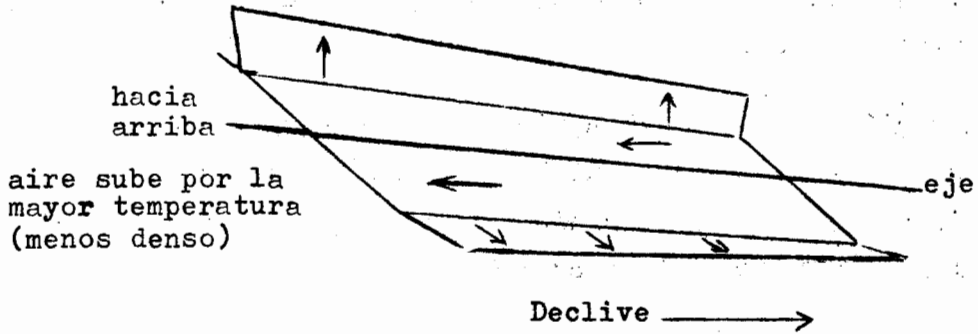
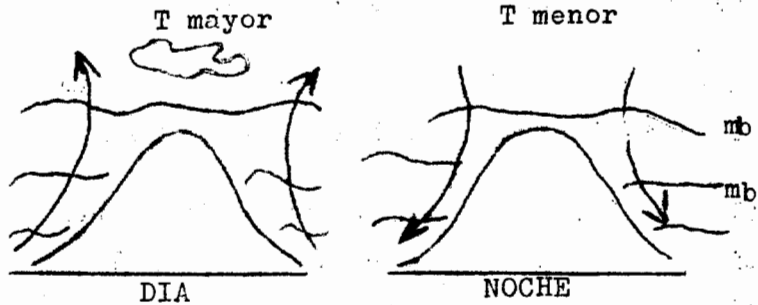


FIGURA 3
VIENTOS DEL VALLE VISTOS DE PERFIL
PARA EL DIA Y LA NOCHE



T= Temperatura
mb= Milibarios= unidad de medida de la presión atmosférica

Valle Central de Costa Rica

El Valle Central tiene en total una área de 3,246 km² y se dreña en el flanco occidental por el río Grande de Tárcoles, al centro por el Virilla y al oriente por el Reventazón.

El valle se considera dividido en dos grandes porciones; la primera, la occidental, de Ochomogo a San Ramón con 1,721 km² y la oriental con 1,525 Km².

La Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. se hall localizada en el parte Occidental del Valle Central y la topografía del área en que está incluida se puede apreciar en el siguiente plano, ^{con} curvas de nivel cada 100 metros

Análisis horario del viento de superficie de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M.

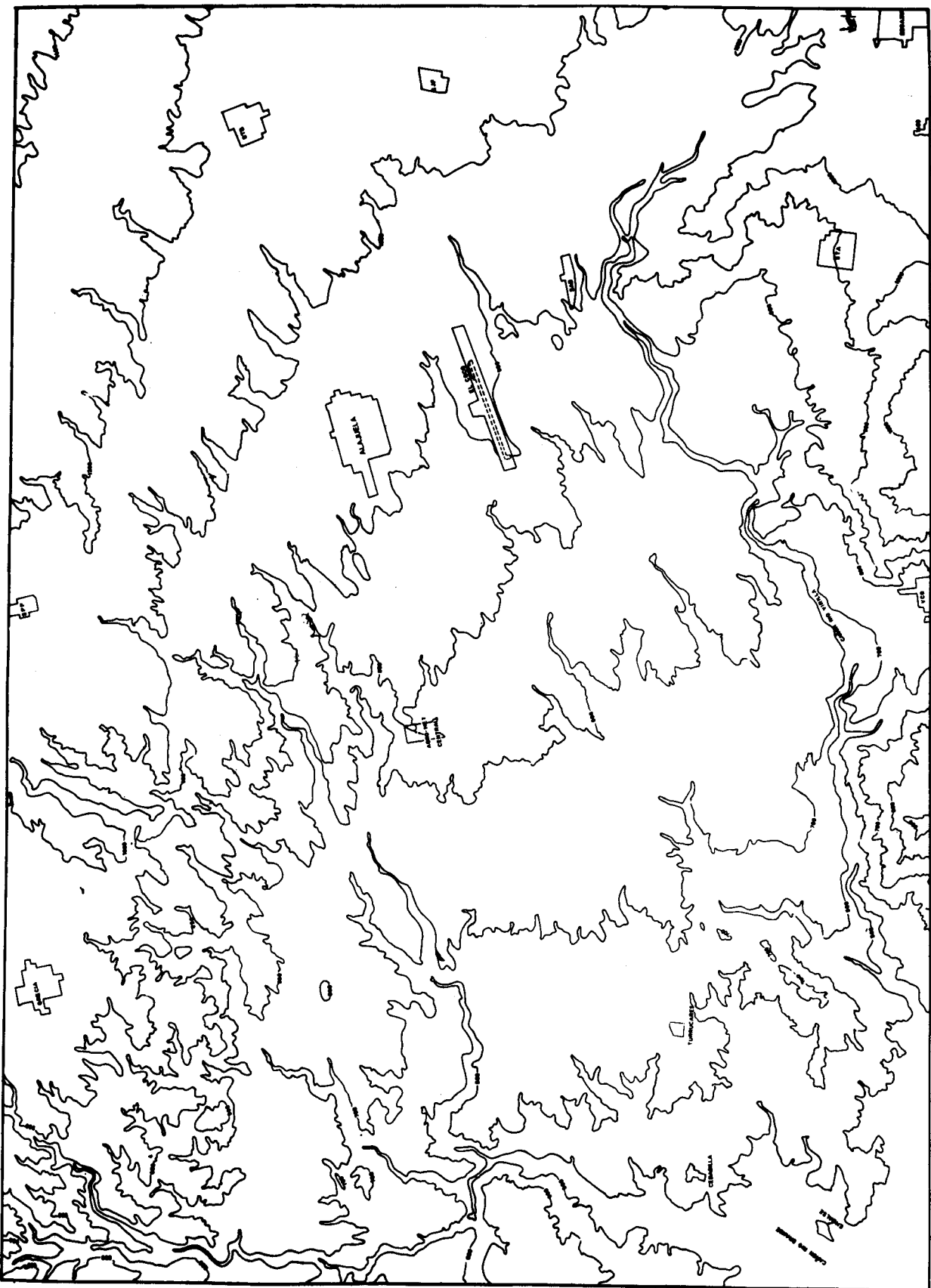
Los datos fueron tomados durante 10 años usando el mismo equipo registrador, un amemovariógrafo Lambrecht, colocado a 7 m de altura sobre el suelo, ubicado dentro de la parcela que constituye la Estación Agrometeorológica Central Ing. Rafael A. Chavarría (10° 01' Norte y 84° 16' Oeste, a 840 metros s.n.m.)

En los cuadros siguientes se encuentran tabulados para cada mes, los siguientes datos hora a hora para las 24 horas del día

1- VIENTO DOMINANTE. Ya definido como aquel cuya dirección tiene una alta frecuencia, mayor que la de las otras direcciones consideradas individualmente.

Comprende este encabezado 3 aspectos:

a) Dirección. Corresponde a la dirección dominante.



b) Frecuencia en %. Es la frecuencia en por ciento de la dirección dada y que es la dominante. Este por ciento se lo gró considerando el número de días en que apareció la dirección dominante con el número total de días en los 10 años, para cada hora.

c) Velocidad media h^{-1} = velocidad promedio en kilómetros por hora de la dirección dada (dominante)

2- Máxima absoluta promedio. Corresponde a los vientos los vientos dominantes más fuertes (de mayor velocidad) que se registraron en los 10 años observados, para cada hora con su respectiva velocidad promedio.

CUADRO 1
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE SUPERFICIE DE ENERO
1962-71

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta Prom.	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹
01	E	45	18.0	E	48
02	E	40	15.8	N	42
03	E	43	19.3	N	42
04	E	46	17.2	NE	46
05	E	45	19.0	NE	48
06	E	41	18.7	NE	50
07	E	46	19.3	E	50
08	E	62	19.9	NE	48
09	E	59	24.5	E	56
10	E	56	28.6	E	56
11	E	41	30.2	NE	55
12	E	38	31.1	E	54
13	E	35	30.8	E	54
14	E	37	30.7	E	54
15	E	45	29.9	E	52
16	E	48	27.3	E	52
17	E	47	24.4	E	50
18	E	52	20.4	NE	50
19	E	54	18.4	NE	56
20	E	57	18.0	NE	50
21	E	54	18.7	NE-E	48
22	E	55	19.1	N	50
23	E	50	20.6	N	54
24	E	52	20.3	N	44

CUADRO 2
ANÁLISIS HORARIO DEL VIENTO DE FEBRERO

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta Prom	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹
01	E	47	19.7	E	50
02	E	37	20.9	E	54
03	E	41	19.9	E	52
04	E	46	20.8	SE	56
05	E	42	20.8	E	48
06	E	47	20.2	E	56
07	E	41	22.1	E	56
08	E	64	20.4	E	54
09	E	63	26.5	NE-E	56
10	E	53	30.1	E	64
11	E	40	32.8	E	70
12	E	36	33.2	E	70
13	E	38	32.1	E	74
14	E	33	31.6	E	70
15	E	35	32.1	E	64
16	E	36	30.3	E	60
17	E	39	27.7	E	66
18	E	44	22.1	E	66
19	E	54	19.2	E	56
20	E	60	18.2	E	64
21	E	57	18.4	SE	54
22	E	48	18.9	E	60
23	E	48	19.5	E	70
24	E	43	20.0	E	78

CUADRO 3
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE MARZO

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta Prom.	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹
01	E	39	19.8	S	40
02	E	36	20.1	S	40
03	E	38	18.9	SE-S	40
04	E	35	19.1	E	42
05	E	40	19.9	E	48
06	E	38	18.8	E	52
07	E	46	20.1	E	56
08	E	53	22.0	E	50
09	E	53	27.5	E	54
10	E	47	31.5	S	60
11	E	32	28.7	SE-S	60
12	E	28	33.2	E	58
13	E	25	31.4	E	64
14	E	25	31.9	E-S	54
15	E	23	28.8	E	50
16	E	26	28.4	E-SE	46
17	E	29	25.6	SE	46
18	E	38	21.1	SE	44
19	E	41	20.0	SE	42
20	E	43	19.0	E	46
21	E	47	18.6	E	50
22	E	45	19.1	E	52
23	E	41	21.6	E	50
24	E	38	21.2	E	48

CUADRO 4
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE ABRIL

HORA	Viento dominante			Máxima absoluta Prom.	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹
01	E	21	15.2	E	40
02	E	24	16.6	E	46
03	NE	23	8.2	S	46
04	E	22	17.3	S	50
05	NE	20	9.5	NE	44
06	E	26	16.8	S	38
07	E	36	17.0	E	38
08	E	44	18.0	E-S	42
09	E	38	24.6	S-E	46
10	E	29	28.7	E	50
11	SE	27	25.8	E	52
12	SE	18	27.7	E	58
13	E	16	31.3	E-SE-S	46
14	E	16	29.3	E-SE	50
15	E	16	26.3	E	46
16	E	15	25.2	E	50
17	E	21	21.4	E	50
18	E	24	18.2	E	42
19	E	27	15.1	E	38
20	E	32	15.0	E	38
21	E	33	14.7	S	40
22	E	31	16.0	E-SE	36
23	E	24	18.3	N	42
24	E	17	18.5	N	48

CUADRO 5
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE MAYO

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta prom.	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹
01	C	37	0.0	E	32
02	C	32	0.0	E	28
03	C	23	0.0	E-SE	28
04	C	21	0.0	E	32
05	NE	18	5.6	E	24
06	C	19	0.0	E	30
07	C	23	0.0	NE	30
08	E	34	12.5	E	34
09	E	20	20.4	E	40
10	E	12	25.1	E	40
11	SW	21	10.3	E	44
12	SW	37	13.4	E	40
13	SW	44	15.7	E	40
14	SW	43	15.5	E	40
15	SW	34	14.7	E-SE	36
16	SW	24	10.9	E	40
17	C	17	0.0	E	42
18	C	45	0.0	E	38
19	C	53	0.0	E	30
20	C	55	0.0	E	32
21	C	50	0.0	E	32
22	C	54	0.0	E	26
23	C	43	0.0	E	30
24	C	38	0.0	E	30

CUADRO 6
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE JUNIO

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta Prom.	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹
01	C	63	0.0	E	22
02	C	60	0.0	E	24
03	C	54	0.0	E	26
04	C	53	0.0	E	22
05	C	50	0.0	NE	22
06	C	50	0.0	NE-E	22
07	C	48	0.0	E	23
08	C	51	0.0	E	30
09	C	36	0.0	E	34
10	W	16	5.3	E	36
11	SW	28	7.7	E	32
12	SW	41	11.3	E-SE	32
13	SW	42	12.8	E-SE	28
14	SW	46	13.1	E-SE	26
15	SW	40	12.2	E	32
16	SW	30	11.5	E	30
17	C	26	0.0	E	34
18	C	47	0.0	E	25
19	C	61	0.0	E	32
20	C	74	0.0	E	28
21	C	72	0.0	E	20
22	C	74	0.0	NE	24
23	C	73	0.0	E	22
24	C	68	0.0	E	26

CUADRO 7
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE JULIO

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta Prom.	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹
01	C	49	0.0	E	36
02	C	49	0.0	E	30
03	C	47	0.0	E	24
04	C	37	0.0	NE	24
05	C	36	0.0	E	32
06	C	32	0.0	E	26
07	C	35	0.0	E	28
08	C	34	0.0	SE	34
09	E	25	13.2	E-SE	32
10	E	24	15.3	SE	34
11	E	15	18.2	E	38
12	SW	14	10.0	E-SE	38
13	SW	21	11.1	E-SE	36
14	SW	29	13.4	E	36
15	SW	29	12.0	E	39
16	SW	24	9.6	E	38
17	C	34	0.0	E	32
18	C	47	0.0	E	30
19	C	60	0.0	E	24
20	C	60	0.0	E	36
21	C	59	0.0	E	36
22	C	55	0.0	E	38
23	C	50	0.0	NE	30
24	C	49	0.0	E	26

CUADRO 8
ANÁLISIS HORARIO DEL VIENTO DE AGOSTO

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta Prom	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km n ⁻¹	Dirección	Km n ⁻¹
01	C	49	0.0	E	28
02	C	46	0.0	E	24
03	C	36	0.0	E	26
04	C	36	0.0	SE	30
05	C	35	0.0	E	26
06	C	34	0.0	E	26
07	C	34	0.0	E	28
08	C	27	0.0	E	29
09	E	20	13.5	SE	32
10	C	15	0.0	E	34
11	SW	13	9.9	E	40
12	SW	35	13.8	SE	40
13	SW	35	15.4	SE	38
14	SW	37	11.0	SE	38
15	SW	28	12.6	SE	42
16	C	25	0.0	SE	36
17	C	33	0.0	SE	30
18	C	58	0.0	SE	26
19	C	64	0.0	E	22
20	C	69	0.0	E	24
21	C	67	0.0	E	22
22	C	65	0.0	E	22
23	C	65	0.0	E	32
24	C	60	0.0	E	28

CUADRO 9
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE SETIEMBRE

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta Prom	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹
01	C	74	0.0	E-W	14
02	C	67	0.0	E	18
03	C	66	0.0	E	19
04	C	64	0.0	E	24
05	C	49	0.0	E	20
06	C	48	0.0	E	24
07	C	54	0.0	E	24
08	C	53	0.0	E	24
09	C	42	0.0	E	28
10	C	20	0.0	SE	26
11	SW	38	8.8	SE	30
12	SW	46	11.1	E-W SW-SE	28
13	SW	48	13.0	SW	28
14	SW	50	12.9	SW	26
15	SW	43	11.7	SW	28
16	C	33	0.0	SW-W	24
17	C	52	0.0	E-SW	28
18	C	68	0.0	E	24
19	C	75	0.0	E	18
20	C	79	0.0	E	17
21	C	80	0.0	E	20
22	C	79	0.0	E-NE	14
23	C	74	0.0	E-NE	16
24	C	70	0.0	E	22

CUADRO 10
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE OCTUBRE

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta Prom	
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹
01	C	70	0.0	E	14
02	D	76	0.0	E	12
03	C	76	0.0	E	16
04	C	68	0.0	NE	18
05	C	67	0.0	E	24
06	C	65	0.0	E	18
07	C	67	0.0	E	22
08	C	61	0.0	E	22
09	C	44	0.0	NE	26
10	C	26	0.0	SE	28
11	SW	27	6.8	E	30
12	SW	37	7.9	NE	24
13	SW	33	8.7	SW	30
14	SW	29	11.0	SW	28
15	SW	26	8.7	W-SW	22
16	C	27	0.0	SW	20
17	C	52	0.0	E	22
18	C	72	0.0	E	26
19	C	78	0.0	E	18
20	C	84	0.0	E	18
21	C	85	0.0	E	18
22	C	83	0.0	E	14
23	C	82	0.0	E	12
24	C	80	0.0	NE	16

CUADRO 11
ANALISIS HORARIO DEL VIENTO DE NOVIEMBRE

Hora	Viento dominante			Máxima absoluta		Prom
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km h ⁻¹	
01	C	30	0.0	SE	46	
02	C	23	0.0	N	40	
03	C	20	0.0	E	42	
04	C	26	0.0	E	42	
05	C	19	0.0	E	38	
06	NE	17	5.9	E	40	
07	C	17	0.0	E	38	
08	E	23	12.3	NE-E SE	36	
09	E	20	14.6	E	46	
10	E	22	13.5	E	46	
11	SE	15	23.0	E-NE	40	
12	SW	18	12.7	E	44	
13	SW	20	12.6	SE	40	
14	SW	23	13.0	SE	36	
15	SW	28	12.4	SE	38	
16	SW	26	10.2	E	36	
17	C	18	0.0	E	34	
18	C	37	0.0	E	36	
19	C	51	0.0	E	38	
20	C	51	0.0	SE	30	
21	C	56	0.0	E-SE	30	
22	C	43	0.0	NE-E	32	
23	C	44	0.0	E	54	
24	C	29	0.0	E	56	

CUADRO 12
ANÁLISIS HORARIO DEL VIENTO DE DICIEMBRE

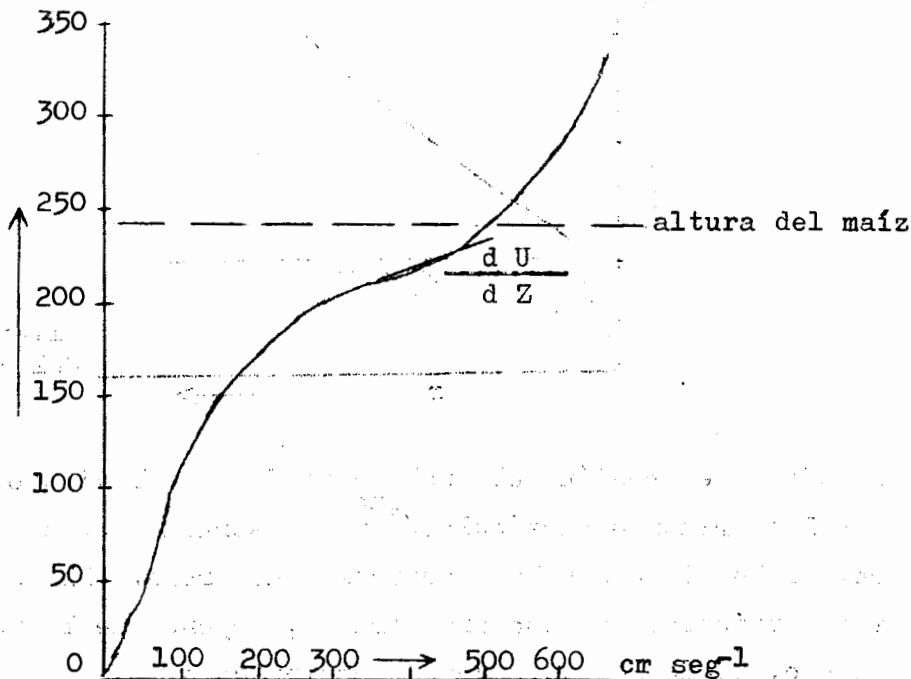
Hora	Viento dominante			Máxima absoluta		Prom
	Dirección	Frecuencia %	Velocidad media Km h ⁻¹	Dirección	Km, h ⁻¹	
01	E	21	14.1	NE	34	
02	E	25	15.9	E	32	
03	E	25	16.7	E	40	
04	E	33	16.5	E	33	
05	E	33	15.7	NE-E	38	
06	E	28	17.2	NE	38	
07	E	35	16.7	E	46	
08	E	37	17.3	E	42	
09	E	40	20.5	NE	42	
10	E	30	22.6	E	52	
11	E	35	25.1	E	50	
12	E	29	25.2	E	46	
13	E	36	26.0	E	44	
14	E	34	24.9	E	42	
15	E	29	24.4	E	46	
16	E	20	22.8	E	46	
17	E	28	19.3	E	42	
18	E	25	18.8	E	44	
19	E	21	16.4	E	42	
20	C	22	0.0	E	42	
21	E	25	16.1	E	36	
22	E	26	16.3	E	34	
23	E	30	15.8	NE-E	36	
24	E	24	16.5	E	36	

Comentario a manera de conclusión

Investigaciones sobre las influencias pasivas del viento en el microclima apenas han comenzado. Esto abre un campo muy importante para la investigación, pues después del balance de radiación, la cantidad de ventilación es el factor más importante que determina el clima local. A más pronunciado sea el relieve de una área, más fuertemente marcada es la presión del viento. Estas condiciones tienen su efecto en la temperatura y la humedad.

Estudios del viento y su velocidad en un cultivo de maíz han sido hechos, por ejemplo, por Stoller y Lennon, 1963. Ellos estudiaron la velocidad del viento dentro y sobre el follaje, habiendo encontrado el siguiente comportamiento.

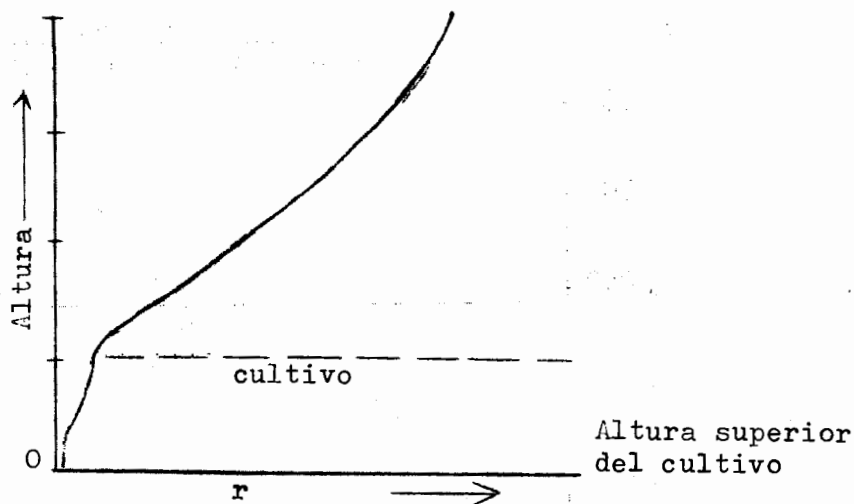
FIGURA 4
COMPORTAMIENTO DEL PERFIL DE LA VELOCIDAD
DEL VIENTO DENTRO Y FUERA DEL MAÍZ



Se puede ver como la velocidad del viento aumenta sobre el follaje, aún cuando hay también un incremento de la velocidad dentro del follaje, especialmente cerca de su límite exterior. Estos resultados son un poco diferentes que los obtenidos por Penman y Long (1960), quienes observaron que el maíz tendía a "sellarse" con el aumento de la velocidad del viento.

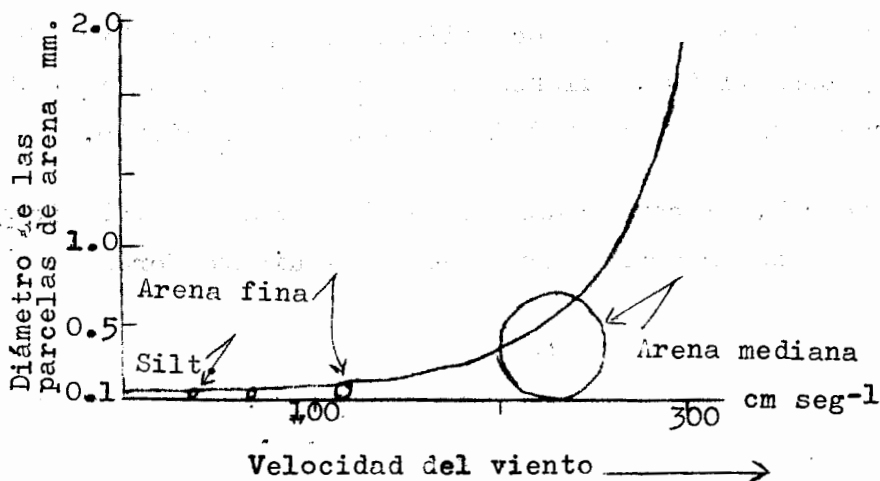
En general, el comportamiento de la velocidad del viento se puede representar gráficamente en la siguiente forma

FIGURA 5
COMPORTAMIENTO GENERAL DEL PERFIL DEL
VIENTO DENTRO Y FUERA DE UN CULTIVO



Estudios de erosión del suelo causada por el viento, concluyen que las primeras partículas ^{que} son arrastradas sobre la superficie del suelo mismo son las partículas de arena. El tamaño de estas partículas que son arrastradas, depende de la velocidad del viento, según se puede ver a continuación:

FIGURA 6
VELOCIDAD DEL VIENTO Y TAMAÑO DE PARTICULAS ARRASTRADA



Desde luego que también la turbulencia levanta las partículas del suelo y las lleva así en "suspensión" a otros lugares.

Historicamente la construcción de rompe-vientos probablemente constituyen el primer intento por modificar el micro-clima. Ha sido demostrado, en general que si la altura del rompeviento es h , se logra una reducción significativa de la velocidad en una distancia igual a $40 h$, aunque dentro de los primeros $5 h$ se experimental casi una calma.

Para el hemisferio norte se ha encontrado que hay una tendencia en la variación diaria de dirección del viento de superficie, tendencia que es especialmente pronunciada cuando los vientos de la alta atmósfera son de poca velocidad y el cielo es azul. La variación de la dirección del viento con la altura tiende a ser mayor en la noche que en el día.

De los vientos de superficie registrados en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. se deducen los siguientes hechos promedios.

- 1- Los vientos del Este empiezan a aparecer en el mes de noviembre, a las 08, 09 y 10 horas, con una velocidad promedio de 13.5 km h^{-1} .
- 2- Los vientos del Este prácticamente son los dominantes durante las 24 horas del día, en los meses de diciembre a abril. Pero son más frecuentes en enero (de 35 a 62%) y febrero (de 33 a 64%). La frecuencia en abril es menor (de 15 a 44%).
- 3- De diciembre a abril los vientos mas fuertes (más velocidad) se inician a las 08 horas, terminando entre las 16 y 17 horas, lo que da de 8 a 9 horas diurnas de vientos intensos.
- 4- Las velocidades máximas, de diciembre a abril, se presentan entre las 11 y las 12 o las 12 y las 13 horas.

- 5- Las máximas velocidades se presentan en febrero y marzo en tre las 11 y las 12 horas.
- 6- Se demuestra que los vientos son más fuertes (veloces) du- rante el día en relación a los de las horas de la noche.
- 7- Los vientos de diciembre a abril corresponden a los llama- dos alisios del N.E. y por lo tanto durante este período no se observan los vientos del valle.
- 8- De mayo a noviembre dominan las calmas. Estas Calmas se presentan a las 15 o 16 horas y desaparecen a las 07 horas en mayo y noviembre; a las 08 horas en julio; a las 09 ho- ras. en junio y a las 10 horas en agosto, setiembre y octu- bre.
- 9- Agosto, setiembre y octubre son los meses con más horas de calma, desde las 3 de la tarde (15 horas) hasta las 10 de la mañana (10 horas).
- 10- Mayo presenta los últimos vientos del Este de la época seca, de las 07 a las 10 horas únicamente.
- 11- Entre las 10 y las 15 o 16 horas dominan los vientos del suroeste, en los meses de mayo a noviembre, presentándose las velocidades máximas (11 a 16 km h⁻¹) entre las 13 (1 de la tarde) y 14 horas (2 de la tarde).

Esto parece indicar que durante el día sí se presentan los vientos típicos del valle, en este caso del suroeste.

- 12- En cuanto a los vientos más fuertes/^{promedios}(máximas absolutas/^{prom.})re- gistrados cada hora para cada mes se tienen los siguientes hechos:

- a) El valor promedio mayor se registró en febrero entre las 23 y 24 horas (11 y 12 de la noche), con una velocidad de 78 km h^{-1} del este.
- b) En esa oportunidad y a esa misma hora la máxima absoluta ocurrió en 1970, con una velocidad de 97 km h^{-1} . El anemovariógrafo no tiene capacidad para lecturas mayores, lo que significa que pudo haber sido mayor su velocidad.
- c) Los valores mayores (mayores de 50 km h^{-1}) se presentan de noviembre a abril, normalmente del este.
- d) Agosto y setiembre tienen sus valores máximos del S.E. con 30 a 42 km h^{-1}
- e) Octubre presenta un valor máximo de 30 km h^{-1} del S.O. a las 10 y a las 13 horas.

Literatura consultada

- 1- Evans, L.T. (edited by). Environmental Control of Plant Growth Academic Press. New York. 1963.
- 2- Geiger, R. The Climate Near the Ground. Harvard University Press. Cambridge, Mass. USA. 1965.
- 3- Griffiths, J.F. Applied Climatology. Oxford University Press. N.Y., N.Y. 1966.
- 4- Hewson, E.W. Industrial Air Pollution Meteorology. The University of Michigan U.S.A. 1964.
- 5- Manobs. Department of Transport Meteorological Branch, Sixth Edition. Toronto, Canada 1970.
- 6- Platt, R.B. and Griffiths, J. Environmental Measurement and Interpretation Reinhold Publishing Co., N.Y. 1965.
- 7- Sáenz M., Alberto. Suelos volcánicos cafeteros de Costa Rica Universidad de Costa Rica. Serie Agronomía Nº 6. Costa Rica. 1966.

- 8- Sáenz, A.,; Vives L. y Bárcanas J. Estudio estadístico Matemático del Clima del Valle Central de C.R. Universidad de Costa Rica. Serie Agronomía Nº 5. Costa Rica. 1963.
- 9- Vocabulario Meteorológico Internacional W.M.O. Nº 182 T. P. 1966.

w.o.j.s./