

## **INCIDENCIA DE VIRUS EN PAPA Y SU EFECTO SOBRE RENDIMIENTO EN TRES ZONAS AGROECOLOGICAS DE COLOMBIA**

Concepción Sánchez de Luque; Pedro Corzo; Octavio A. Pérez\*

### **RESUMEN**

Se evaluó la incidencia de PVX, PVS, PVY y enrollamiento de hojas-PLRV, y su efecto sobre los rendimientos en cuatro variedades de papa después de tres años consecutivos de cultivos sucesivos expuestos a infección natural, en tres zonas agroecológicas: Páramo (3200 msnm), Media (2600 msnm) y Baja (2150 msnm). Las variedades evaluadas fueron Parda Pastusa, ICA Puracé, Diacol Capiro e ICA Tequendama. El estudio se llevó a cabo en los dos semestres por año del cultivo. Tubérculos-semillas obtenidos en el primer año se plantaron en los dos años siguientes en el mismo semestre (primero o segundo), que fueron obtenidos. La incidencia de virus se evaluó con base en pruebas serológicas de tejido de plantas, tomadas al azar de tres replicaciones por variedad, del material expuesto a infección natural y se expresó en porcentaje. La mayor incidencia de virus al final del estudio se obtuvo en la zona Baja con un 69 y 87% en el primero y segundo semestre del año, que representó una disminución en rendimiento del 50 y 40%, respectivamente.

En el mismo orden la zona Media presentó una incidencia del 34 y 46% que afectó la producción en 14 y 30%. En la zona de Páramo, la incidencia de 18% de virus en el primer semestre no afectó la producción, en tanto que 30% de incidencia en el segundo semestre afectó en sólo 3%. Las diferencias en rendimiento fueron altamente significativas entre zonas, al igual que entre semestres. La incidencia de virus fue similar en las cuatro variedades, y no afectó los rendimientos de ICA-Puracé y Parda Pastusa en el Páramo, ni de ICA-Puracé en la zona Media en el primer semestre del año. Tampoco se afectaron los rendimientos de ICA-Tequendama en el segundo semestre del año en la zona Baja. Las poblaciones de áfidos evaluadas en el cultivo de papa fueron mayores en la zona Baja, menores en la zona Media y muy bajas en el Páramo, factor que podría explicar la mayor transmisión de virus en la zona Baja.

Aceptado para publicación: febrero 20,1992

---

\*Respectivamente: Bióloga M.Sc., Ing. Agr. M.Sc., CI Tibaitatá, A.A. 151123 El Dorado, Bogotá e Ing. Agr., CI La Selva, Sección Tuberosas. A.A. 5176, Medellín. Instituto Colombiano Agropecuario-ICA.

*Palabras claves adicionales:* PVX, PVS, PVY, PLRV, incidencia de virus, pérdida de rendimiento, vectores

## SUMMARY

### VIRUS INCIDENCE ON POTATO AND ITS EFFECT ON YIELD AT THREE ECOLOGICAL ZONES OF COLOMBIA

The incidence of potato virus X, S, Y and Leafroll-PLRV, on the yield of four potato varieties was evaluated after three successive planting years at three ecological zones: "Páramo" (3200 masl), Medium (2600 masl) and Low (2150 masl), using potato crops exposed to natural infection. Varieties tested were Parida Pastusa, ICA-Puracé, Diacol Capiro and ICA Tequendama. The study was conducted during the two growing seasons of the year. Seed tubers obtained the first year were planted in the following two years in the same semester (first or second) that they were obtained. Plant tissue of each varieties was randomized on three replications exposed to natural infection, and the viruses incidence analyzed by serological test, and the incidence was expressed in percentage. At the end of the study, the greatest virus incidences 69 and 87% were found at the Low zone, which represented yield reductions of 50 and 40% for the first and second semesters, respectively. At the Medium zone, for the first and second semesters, incidences of 34 and 46% were found, which affected the yields in 14 and 30%, respectively. At the "Páramo" zone, 18% of virus incidence did not affect the yield in the first semester, while 30% of virus incidence in the second semester affected the yield in only 3%. Yield differences were highly significant between zones as well as between semesters. Virus incidence was similar in all four varieties; virus incidence did not affect the yield of ICA-Puracé and Parida Pastusa at the "Páramo", nor the yield of ICA-Puracé at Medium zone during the first semester. Yield was neither affected ICA Tequendama in the second semester at the Low zone. Aphid populations registered on potato crops were high at the Low zone, low at the Medium zone and very low at the "Páramo" zone, which would explain the greater virus transmission in the Low zone.

*Additional index words:* PVX, PVS, PVY, PLRV, virus incidence, yield loss, vectors.

La papa es afectada por un gran número de virus que pasan al tubérculo semilla perpetuándose así en las variedades hasta hacerlas improductivas (15). Los rendimientos en Colombia se consideran bajos (15 t/ha), debido principalmente a la sanidad desconocida de los tubérculos-semillas utilizados para siembra. El efecto que los virus ocasionan a la papa depende de diversos factores, unos externos (clima, presencia de vectores) y otros internos

debidos a la interacción de complejos virales y características genéticas del cultivar, que confieren grados de susceptibilidad o tolerancia (9,15).

Por las razones enunciadas, se puede encontrar información muy variada sobre el efecto de los virus en el rendimiento de la papa. Mellor & Stace-Smith (12) registran pérdidas entre 5 y 75% por razas de PVX. La interacción de dos o más virus en un mismo cultivar, afectan en forma diferente los rendimientos, dependiendo de cuáles estén presentes (15). Estudios realizados en Colombia determinaron que la interacción de PVX, PVY y PLRV redujeron rendimientos hasta un 61%, mientras que PVX sólo lo hizo en un 0,2% (7).

La presencia de vectores, principalmente insectos de la familia Aphididae en zonas productoras, es un factor importante en la diseminación primaria de virus especialmente PVY, PLRV y algunas razas de PVS (5, 13,19). El clima afecta igualmente la población insectil y su movilidad (17), lo cual a la vez incide sobre la diseminación de las enfermedades virales.

En el presente estudio se analizó el incremento de virus en papa a través de siembras sucesivas y su efecto en el rendimiento en diferentes zonas ecológicas, y usando cuatro variedades comerciales de papa.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las variedades de papa empleadas en el estudio fueron: Parda Pastusa, ICA-Puracé, ICA-Tequendama y Diacol Capiro, que se sembraron en tres zonas diferentes de producción, representadas por tres Centros de Investigación (CI) del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA): La zona de Páramo representada por el CI San Jorge, la zona Media en el CI Tibaitatá, los dos ubicados en el departamento de Cundinamarca y la zona Baja en el CI La Selva ubicada en el departamento de Antioquia; cada una con características meteorológicas diferentes (Tabla 1). En el CI La Selva la 38 variedad Parda Pastusa fue reemplazada por la Diacol Monserrate que se adapta mejor a las condiciones de la zona.

El estudio se realizó entre 1984 y 1986. En cada semestre del primer año se obtuvieron tubérculos-semillas libres de PVX, PVS, PVY y PLRV, considerados como los de mayor incidencia en Colombia (1), seleccionando tubérculos procedentes de plantas que no presentaron infección de estos virus. Los tubérculos-semilla así obtenidos tanto en el primero como en el segundo semestre se plantaron sucesivamente en los dos años siguientes en el mismo semestre correspondiente al del primer año, con el fin de evaluar la incidencia de virus en las dos generaciones.

**Tabla 1. Características meteorológicas de las tres zonas de cultivo usadas para evaluar la incidencia de virus y el efecto sobre el rendimiento.**

Zona	DATOS METEOROLÓGICOS				
	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)		Precipitación (mm)	
		Semestre		Semestre	
		1°	2°	1°	2°
Páramo	3200	11,4	11,0	388	385
Media	2600	12,7	12,4	315	421
Baja	2150	17,0	17,0	792	1076

Fuentes: Estaciones Meteorológicas de los Centros de investigación del ICA en cada zona. Promedios de tres años (1984-1986).

A la siembra en cada semestre se aplicó fertilizante químico 10-30-10 de NPK, en dosis de 1 t/ha. Para el control preventivo del tizón tardío (*Phytophthora infestans*), se usaron formulaciones de mancozeb.

Los ensayos se realizaron usando el diseño de bloques al azar con tres replicaciones. En cada parcela se sembraron cuatro surcos de 10 m de cada variedad en estudio: Los dos centrales con tubérculos-semilla obtenidos de cultivo del año anterior, expuestos a libre infección de los virus. Los dos surcos laterales con tubérculos-semilla de la misma variedad, obtenidos de plantas libres de virus, y que sirvieron como testigo. A la cosecha se tomaron al azar 200 tubérculos de los surcos centrales, los cuales se sembraron al año siguiente en el semestre correspondiente, siguiendo el mismo diseño.

Incidencia de virus: Se determinó la incidencia de PVX, PVS, PVY y PLRV, en la primera y segunda generación de los dos semestres del año, en las tres zonas. Se tomó tejido foliar de ápices superiores en 10 plantas por surco tanto de los dos centrales como de los dos laterales testigo, por variedad. Las muestras se analizaron por serología en el Laboratorio de Virología del CI Tibaitatá del ICA.

Para el análisis de PVX, PVS y PVY se utilizó el método de aglutinación por látex, descrito por Fribourg y Nakashima (6) y para PLRV, se empleó la técnica de ELISA descrita por Clark y Adams (3) y ajustada para papa por Salazar (14). La incidencia de virus se midió en porcentaje sobre el número de muestras con virus del total de analizadas. Se analizó el porcentaje de cada virus por variedad, en cada zona y el total de virus en los dos semestres del año, de las dos generaciones de siembra.

### ***Evaluación de rendimiento***

Al final de la segunda generación, se determinó el rendimiento promedio del material proveniente de tubérculos-semilla de infección natural, así como de los testigos provenientes de tubérculos-semilla sana por variedad, en los dos semestres y para cada zona. Los datos obtenidos se analizaron mediante comparaciones múltiples para conocer los niveles de significancia entre zonas, semestres y procedencia del material (procedente de tubérculos-semilla de infección natural y semilla sana). Se realizaron igualmente pruebas de correlación entre la incidencia de virus en cada zona y los rendimientos obtenidos.

En el último año del estudio, se determinó la presencia de áfidos en cada parcela en estudio. En cada semestre se realizaron tres muestreos de áfidos a lo largo del período vegetativo del cultivo. En cada muestreo se contó la población sobre 20 plantas de los surcos centrales procedentes de tubérculos-semilla de infección natural y 20 de los laterales testigo, por variedad. Para el muestreo se tomó un foliolo de la parte superior de un tallo, uno de la parte media y uno de la parte inferior por planta. En cada caso, se contaron los áfidos presentes en los tejidos muestreados, determinando alados y ápteros, y tomando especímenes para su identificación taxonómica. Los datos fueron promediados para obtener el número de áfidos por planta en cada caso y evaluar la tendencia de las poblaciones de áfidos como vectores de virus.

## **RESULTADOS**

### ***Incidencia de virus.***

Las pruebas serológicas determinaron la presencia de PVX, PVS, PVY y PLRV en las tres zonas evaluadas. En la primera generación del primer semestre del año, hubo mayor incidencia de PLRV en relación a los otros virus en las tres zonas (Tabla 2). En la segunda generación se incrementaron PVX, PVS y PVY; éste último considerablemente en la zona Baja. PLRV presentó un decrecimiento en las zonas de Páramo y Media y no varió para la zona Baja (Tabla 2). Los testigos procedentes de semilla sana, mostraron menor incidencia de virus en comparación al material de segunda generación, expuesto a infección natural en el período anterior (Tabla 2).

En el segundo semestre del año, la tendencia fue similar a la del primer semestre, aunque la incidencia de virus fue en general superior tanto para la primera como para la segunda generación, incluso en el testigo (Tabla 3).

**Tabla 2. Incidencia de PVX, PVS, PVY y PLRV en dos generaciones sucesivas de papa, en tres zonas de producción. Resultados con los cultivos de primer semestre del año.**

Generación	Porcentaje de Virus							
	Zona	(Promedio de cuatro variedades) <sup>1</sup>						
		PVX		PVS		PVY		PLRV
	Test <sup>2</sup>	Inf.Nat <sup>3</sup>	Test <sup>3</sup>	Inf.Nat	Test3	Inf.Nat	Test3	Inf.Nat
1ra. Generación								
Páramo		0,0		1,5	1,0			22,5
Media		6,0		12,0	3,5			20,0
Baja		4,0		12,0	6,0			35,0
2da. Generación								
Páramo	1,0	19,03	0	9,0	0	4,0	1,0	6,0
Media	1,2	15,4	1,6	14,5	1,2	11,0	5,0	6,0
Baja	1,5	9,0	6,5	14,5	3,0	47,0	6,0	35,0

1 Promedio de 240 muestras (60 muestras por cada una de las variedades Parda Patusa, ICA Puracé, Diacol Capiro e Ica Tequendama).

2 Test = Testigo Semilla (semilla sana).

3 Inf. Nat. = Infección Natural (expuesta en la primera generación).

En las zonas de Páramo y Media, se encontraron porcentajes elevados de infección con PLRV en la primera generación, que fueron inferiores en la segunda para las dos zonas, aunque más marcado en la zona Media. Esta misma tendencia se presentó en la zona de Páramo con PVY (Tabla 3).

La incidencia de virus en las cuatro variedades fluctuó a través del estudio, sin que se marcara una tendencia diferencial entre ellas. El porcentaje promedio acumulado de virus, en los materiales en estudio tanto en el primer como en el segundo semestre en la segunda generación, fue mayor para la zona Baja seguido por la Media y finalmente la zona de Páramo que presentó el menor porcentaje de incidencia. En el segundo semestre se encontró en promedio para cada zona, mayor incidencia de virus en relación con el primero (Tabla 4). En los testigos, el porcentaje promedio siguió la misma tendencia en el primer semestre, pero varió en el segundo, dando promedios elevados en las zonas de Páramo y Media (Tabla 4).

**Tabla 3. Incidencia de PVX, PVS, PVY y PLRV en dos generaciones sucesivas de papa, en tres zonas de producción. Resultados con los cultivos del segundo semestre del año**

Generación	Porcentaje de Virus							
	(Promedio de cuatro variedades) <sup>1</sup>							
	PVX		PVS		PVY		PLRV	
Zona	Test <sup>2</sup>	Inf.Nat <sup>3</sup>	Test <sup>3</sup>	Inf.Nat	Test <sup>3</sup>	Inf.Nat	Test <sup>3</sup>	Inf.Nat
<b>Ira. Generación</b>								
Páramo		12,0		8,0		47,50		34,0
Media		2,5		3,5		2,5		31,0
Baja		23,0		28,0		30,0		31,5
<b>2da. Generación</b>								
Páramo	12,2 <sup>2</sup>	11,5 <sup>3</sup>	0	4,0	11	18,0	29	29,5
Media	5,4	24,0	2	9,0	10	24,5	26	6,0
Baja	4,0	11,5	0	30,0	7	42,5	2	47,5

<sup>1</sup> Promedio de 240 muestras (60 muestras por cada una de las variedades Parda Patusa, ICA Puracé, Diacol Capiro e Ica Tequendama).

<sup>2</sup> Test. = Testigo Semilla (semilla sana).

<sup>3</sup> Inf Nat = Infección Natural (expuesta en la primera generación).

**Tabla 4. Incidencia total de virus en cuatro variedades después de dos generaciones de papa en el primero y segundo semestres del año.**

Zona	Incidencia total de Virus (%)			
	(Promedio de cuatro variedades)			
	Semestre		Semestre	
	Testigo	Inf.Natural	Testigo	Inf.Natural
Páramo	1	18	27	30
Media	4	34	22	46
Baja	12	69	8	87

<sup>1</sup> Promedio acumulado de la incidencia de PVX, PVS, PVY y PLRV en cuatro variedades, obtenido de 240 muestras evaluadas por zona.

#### *Efecto de los virus en el rendimiento.*

Se encontraron diferencias en el rendimiento tanto entre variedades como entre zonas. La disminución promedio de las cuatro variedades para la zona Baja en la última generación fue de 50 y 40% para el primer y segundo semestres, respectivamente. En la zona Media la

disminución en rendimiento fue del 14 y 30%, en tanto que para la zona de Páramo no hubo disminución en el primer semestre del año y sólo 3% en el segundo semestre (Tabla 5). En esta última zona no se encontró efecto en el rendimiento sobre las variedades ICA-Puracé y Parda Pastusa en los dos semestres (Tabla 5). En la zona Baja igualmente en el segundo semestre del año, se registró una reducción en rendimiento promedio tanto para el testigo como para el procedente de tubérculos-semilla con infección natural en el período anterior (Tabla 5). La reducción en rendimiento de los materiales en estudio estuvo asociada a la disminución en el número de tubérculos por planta, más no al tamaño de los mismos.

**Tabla 5. Efecto del complejo viral de PVX, PVS, PVY y PLRV sobre la producción de papa, en dos semestres (ciclos de cultivo) en tres zonas agroecológicas de Colombia.**

Zona	Producción (t/ha) semestre			
	Primero		Segundo	
	Testigo	Inf.Nat.	Testigo	Inf.Nat.
<b>Páramo</b>				
Ica-Puracé	20.03	23.2	16.1	24.0
Diacol Capiro	27.5	25.8	28.0	25.3
Parda Pastusa	24.0	28.4	29.4	30.3
ICA-Tequendama	31.0	25.6	31.3	23.4
Promedio	25.7	25.8	26.4	25.65
Disminución Rend. %	0		3	
<b>Media</b>				
Ica-Puracé	19.0	18.1	21.5	15.5
Diacol Capiro	19.1	15.2	10.3	9.5
Parda Pastusa	12.4	10.5	18.4	11.9
ICA-Tequendama	15.1	12.5	18.7	11.5
Promedio	16.4	14.1	17.2	12.1
Disminución Rend. %	14		30	
<b>Páramo</b>				
Ica-Puracé	23.0	12.0	22.0	9.0
Diacol Capiro	26.3	17.8	15.3	6.6
Parda Pastusa	33.4	11.1	19.5	9.0
ICA-Tequendama	-*	-*	16.8	19.9
Promedio	27.5	13.6	18.3	11.0
Disminución Rend. %	50		40	

- \* = No considerado por no haber semilla para el testigo sano.



Los análisis estadísticos mostraron diferencias altamente significativas entre zonas, procedencia o estado sanitario del material (de infección natural y testigo sano) y la producción en los respectivos semestres. Las pruebas de Duncan para rendimiento en las interacciones entre procedencia de semilla, zona y semestre mostraron diferencias altamente significativas (Tabla 6). Igualmente entre procedencia de la semilla y zonas (Tabla 7) y entre procedencia de la semilla y los dos semestres del año (Tabla 8).

**Tabla 6. Prueba de Duncan, para rendimiento en la interacción de procedencia por zona por semestre.**

Procedencia <sup>1</sup>	Zona <sup>2</sup>	Semestre	Promedio t/ha	<sup>3</sup>
T	3	I	27.50	a
T	1	II	26.41	b
T	1	I	25.78	c
T	1	I	25.72	c
T	1	II	25.65	c
T	3	II	18.30	d
T	2	I	17.22	e
T	2	I	16.39	f
T	2	I	14.10	g
T	3	I	13.63	h
T	2	II	12.10	i
T	3	II	11.03	j

1 Procedencia: T = Testigo (semilla sana)

I = Semilla con infección natural

2 Zona: 1 = Páramo 2 = Media 3 = Baja

3 Prueba de Duncan (p=0.01)

**Tabla 7. Prueba de Duncan, para rendimiento en la interacción de procedencia por zona.**

Procedencia <sup>1</sup>	Zona <sup>2</sup>	Promedio t/ha	<sup>3</sup>
T	1	26.07	a
I	1	25.72	b
T	3	22.24	c
T	2	16.80	d
I	2	13.10	e
I	3	12.14	f

1 Procedencia: T = Testigo (semilla sana)

I = Semilla con infección natural

2 Zona: 1 = Páramo 2 = Media 3 = Baja

3 Prueba de Duncan (p=0.01)

**Tabla 8 Prueba de Duncan, para rendimiento en la interacción de Procedencia por semestre.**

Procedencia <sup>1</sup>	Semestre	Promedio T/ha	<sup>2</sup>
T	I	22.87	a
T	II	20.64	b
I	I	18.22	c
I	II	16.26	d

<sup>1</sup> Procedencia: T = Testigo (semilla sana)  
I = Semilla con infección natural

<sup>2</sup> Prueba de Duncan (p=0.01)

La correlación entre incidencia de virus y rendimiento ( $r = -0.927$ ) fue altamente significativa para la zona Baja en el primer semestre de producción de papa, fue significativa en el segundo semestre para la misma zona, mientras que no hubo significancia en ningún otro caso (Tabla 9).

**Tabla 9. Valores de los coeficientes de correlación entre incidencia de virus, producción de papa, en tres zonas agroecológicas de Colombia.**

Zona	Semestre					
	r	Primero		r	Segundo	
		Prob. <sup>1</sup>	Sig. <sup>2</sup>		Prob.	Sig.
Páramo	0.07032	0.8686	N.S.	0.37058	0.3599	N.S.
Media	-0.02097	0.9607	N.S.	-0.54557	0.1619	N.S.
Baja	-0.92711	0.0078	**	-0.69514	0.0556	*

**1 Prob.** = Probabilidad  
**2 Sig.** = Significancia  
**\*** =  $p > 0.05$   
**\*\*** =  $p > 0.01$   
**N.S.** = No significativo

### *Niveles de áfidos.*

Se encontraron diferencias en la población de áfidos en las tres zonas y por semestre del año. En el primer semestre, el mayor promedio en la zona de Páramo fue de 0.1 individuo por planta; en la zona Media, de 10 individuos por planta, en la zona Baja se presentó un promedio de 50 individuos por planta (Tabla 10). En el segundo semestre, el número promedio de áfidos por planta aumentó ligeramente en la zona de Páramo a 0.7; en la zona Media a 41 individuos por planta y fue de 5.3 en la zona Baja (Tabla 10).

**Tabla 10. Presencia de áfidos en cultivos de papa en tres zonas agroecológicas de Colombia.**

Semestre <sup>2</sup>		Número de áfidos/Planta (X) <sup>1</sup>			
		Testigo		Enfermo	
		Ápteros	Alados	Ápteros	Alados
Páramo	1	0.1	0	0	0
	2	0.7	0	0.7	0
Media	1	4.0	0.1	10.0	1.0
	2	41.0	0.3	23.0	0.3
Baja	1	50.0	-	28.0	1.0
	2	5.3 <sup>3</sup>	-	-	-

1 Promedio de tres lecturas durante el período vegetativo de las variedades.

2 Semestre: 1 = Primero 2 = Segundo

3 No se especificaron estadios

- No se obtuvo el dato

Las mayores poblaciones correspondieron generalmente a estados ápteros que se encontraron colonizando papa. *Myzus persicae* (Sulz.), fue la especie más prevalente en las tres zonas, y la zona Baja fue la que registró mayor número de especies de áfidos (Tabla 11).

No se encontró diferencia en cuanto a población de áfidos por variedades, como tampoco por la procedencia de los materiales de semilla sana o de infección natural, en el período anterior.

**Tabla 11. Especies de áfidos encontrados en papa en tres zonas ecológicas de Colombia.**

Especie	Zona		
	Páramo	Media	Baja
<i>Myzus persicae</i> (Sulz.)	+	+	+
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)	-	+	+
<i>Aphis gossypii</i> (Glover)	-	-	+
<i>Aulacorthum</i> sp	?	-	-

1 Clasificación realizada por el Dr. Alex Bustillo. Sección Entomología, ICA-E.E. Tulio Ospina.

+ Presencia de la especie.

- Ausencia

? Clasificación incierta

## DISCUSIÓN

Se presentaron algunas fluctuaciones en el incremento de virus durante el tiempo de estudio, principalmente para PVY y PLRV de transmisión natural por áfidos. A pesar de no haberse realizado un seguimiento detallado sobre la forma de distribución de los áfidos y el efecto directo sobre la tasa de dispersión de virus, se observa una relación entre la población de áfidos y la incidencia de virus por zona con un aumento progresivo de virus a través de las generaciones sucesivas, principalmente de PVY y PLRV. Ello corrobora resultados encontrados por Corzo *et al* (12) sobre la incidencia de los mismos virus en cada una de las zonas evaluadas, y quienes al realizar estudios en campos de producción de semilla, encontraron mayores porcentajes principalmente de los virus PVS, PVY, PLRV en Antioquia, comparativamente a otras zonas de mayor altitud como el Altiplano Cundiboyacense (Dptos. de Cundinamarca y Boyacá). Por otro lado, Valencia y Trillos (18) evaluando poblaciones de áfidos en las mismas zonas de estudio en 1986, encontraron la mayor población en la zona Baja, que estaría marcando la mayor incidencia en los virus PVS, PVY y PLRV en el CI La Selva, departamento de Antioquia.

La población de áfidos como vectores potenciales dan una tendencia de la capacidad de dispersión de virus dentro de un cultivo y en una zona. Sin embargo, es importante considerar la eficiencia de esta población en la transmisión de virus, las fuentes de inóculo y las razas mismas de los patógenos, como es el caso de PVY y de PVS en que la eficiencia de transmisión por áfidos depende de factores predisponentes del vector (15,19). Decrecimiento en la incidencia como el de PLRV en la segunda generación tanto en el primero como en el segundo semestre para las zonas de Páramo y Media son inconsistentes, ya que se esperaría al menos que se mantenga el porcentaje de la primera generación. Se considera que variables no medibles como la desuniformidad de traslocación de virus en la planta, puede resultar en tubérculos sanos, que tomados como semilla para la siguiente generación, den plantas sanas. Esta situación se presenta para patógenos sistémicos, en especial para virus, sobre todo si la inoculación primaria de plantas ocurre en estado avanzado de desarrollo vegetativo, lo cual se puede traducir en un escape a la infección de los tejidos (16).

Una baja tasa de multiplicación de virus puede afectar a la vez la distribución del patógeno en la planta. La tasa de multiplicación puede afectarse por condiciones intrínsecas de la planta como resistencia genética (10), o extrínsecas como factores climáticos adversos (11). Esta sería la situación que ofrece la zona de Páramo, favorecida por escasa y casi nula población de áfidos y en la cual la respuesta de rendimiento de las variedades procedentes de

tubérculos-semilla expuesta a infección natural de virus en dos generaciones sucesivas, fue similar al de las mismas procedentes de semilla sana. La situación en la zona Baja corrobora lo anterior en donde temperaturas más elevadas y mayor presión de dispersión de virus por alta población y movilidad de áfidos (17, 20), pudo favorecer, por un lado, la tasa de multiplicación de virus y por otro, que ocurrieran inoculaciones múltiples, dando un cuadro sintomatológico más severo con los consecuentes efectos nocivos a la planta.

El decrecimiento en la incidencia de virus en la segunda generación también pudo afectarse por la respuesta serológica. Los métodos serológicos utilizados si bien son altamente confiables, pueden presentar, en ciertos casos, reacciones inespecíficas por diversas razones, entre ellas, presencia de sustancias extrañas en las muestras y vejez del material (8), que llegan a alterar también la respuesta de los tejidos en estudio.

Los resultados de incidencia muestran que el mayor efecto sobre los rendimientos, lo ejercen los virus que son transmitidos por áfidos como son PVY, PLRV y posiblemente razas de PVS. La interacción de estos virus con PVX pueden producir sinergismos con mayores efectos que cuando su acción es independiente, como lo determina el estudio controlado realizado por Guerrero en 1978 (7).

En la zona Media, a pesar de no haber correlación entre incidencia de virus y rendimiento, este último disminuyó a un nivel crítico, sobre todo en el segundo semestre. La no correlación parece estar afectada por las amplias diferencias con la zona Baja, ya que los parámetros de incidencia de virus y rendimiento no siguieron igual tendencia en los dos semestres del año en las tres zonas. Este resultado permite corroborar que otras variables no evaluadas en el presente estudio pueden estar interviniendo en el rendimiento final de las variedades en cada zona. En la zona Baja en el segundo semestre, la disminución general de rendimiento tanto en material procedente de semilla de infección natural como de semilla sana, pudo deberse a condiciones abióticas como fue la alta pluviosidad que se presentó en este semestre, predisponiendo las variedades a mayor daño por tizón tardío.

De otra parte, el comportamiento de las variedades en cuanto a respuesta por presencia de virus puede cambiar de acuerdo a condiciones del clima. De Bokx y Pirone (4) demuestran cómo puede variar la expresión de PVY sobre un mismo cultivar de papa, sometido a diferentes temperaturas. Este sería el caso de Parda Pastusa que presenta un buen rendimiento en Páramo, aún en material procedente de tubérculos-semilla expuesto a infección natural y ello explicaría el por qué esta variedad sigue teniendo buena aceptación en el país, aunado a sus características agronómicas.

Las zonas bajas (por debajo de los 3000 msnm) no son aptas para la producción de semilla de papa, a la vez que se requiere renovación permanente de tubérculos-semilla en cultivos para consumo, con el fin de evitar el efecto degenerativo y la disminución drástica de los rendimientos, por efecto de virus, principalmente transmitidos por áfidos. Por el contrario, las zonas altas del país (por encima de los 3000 msnm), siguen siendo las mejores para producción de semilla.

### **AGRADECIMIENTO**

Los autores agradecen al Centro Internacional de la Papa (CIP) la financiación parcial del trabajo y en especial al Dr, Luis F. Salazar, por su apoyo científico al mismo. A los Drs. Pablo Julián Tamayo y Alex Bustillo, profesionales de la Regional 5 del ICA, por su colaboración en la toma de muestras de áfidos en la zona baja y clasificación de las muestras, respectivamente.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Corzo, P.C.; Sánchez de Luque, C. 1984. Incidencia de virus en campos de producción de semilla de papa en Colombia. *En: Memorias XII Reunión ALAP, Paipa, Boyacá (Colombia), 20-25 de mayo de 19, p. 411-418.*
2. Corzo, P.; Sánchez de Luque, C; Malamud, O.; Salazar, L.F. 1989. Incidencia de virus en campos de producción de papa para consumo y para semilla. *Fitopatología 24(1):7-12.*
3. Clark, M.F.; Adams, A.N. 1977. Characteristics of the microplates methods of Enzime-Linked Inmunosorbent Assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology 34:475-483.*
4. De Bokx, E.D.; Piron, P.G.M. 1977. Effect of temperature on symptom expression and relative virus concentration in pótalo plants infected with potato virus YN and O. *Potato Research 20:207-213.*

5. Delgado-Sánchez, S. 1970. Potato Virus Y. In: C.M.I./A.A.B. Description of Plant Viruses. No. 37.
6. Fribourg, C.; Nakashima, J. 1981. Latex test for detecting potato viruses. International Potato Center (CIP). Series II, Guide-Book II/1. Lima, Perú. 12 p.
7. Guerrero, G.O. 1978. Evaluación de pérdidas ocasionadas en la variedad de papa ICA-Puracé por los virus "Potato Virus X", "Potato Virus Y" y "Potato Leafroll Virus". Tesis M.Sc. ICA-U.N. Bogotá, Colombia. 76 p.
8. Guggerli, P. 1984. Nuevos avances en el diagnóstico de enfermedades virósicas de la papa. *En: Memorias XII Reunión ALAP.* Paipa (Boyacá). 20-25 de mayo de 199. p. 389-399.
9. Howard, H.W. 1978. The production of new varieties. In: Harris, P.M. (ed.) The potato crop. The scientific bases for improvement. Chapman & Hall, London. p. 625-627.
10. Manzer, F.E.; Merriam, D.C.; Helper, P.R. 1978. Effect of potato virus S and two strains of potato virus X on yields of Russet Burbank Kennebec, and Kathadin cultivars in Maine. *American Potato Journal* 55:601-609.
11. Matthews, R.E.F. 1981. *Plant Virology* (2nd. ed.). Academic Press, London, New York. 840 p.
12. Mellor, F.C.; Stace-Smith, P. 1976. Virus free potatoes by tissue culture, *In: Reinert, J.* (ed). Applied and fundamental tissue and organ culture. Berlín, p. 616-637.
13. Peters, D. 1970. Potato leafroll virus. *In: C.M.I./A.A.B. Description of Plant Viruses*, No. 36.
14. Salazar, L.F. 1983. Detección con "ELISA" de virus en papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Series II, Guide II/3. Lima, Perú, 11 p.
15. Salazar, L.F. 1982. Manual. Enfermedades virósicas de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 111 p.
16. Storch, R.H.; Manzer, F.E. 1985. Effect of time and date of inoculation plant age, and temperature on translocation of potato leafroll virus into potato tubers. *American Potato Journal* 62(3): 137-143.

17. Thresh, J.M. 1974. Symposium on vector relationships and the development of epidemics. Sixty-third annual meeting of the American Phytopathological Society. Philadelphia, Pennsylvania. August 17.
18. Valencia, L.; Trillos, O. 1986. Afidos de papa: Identificación, biología, descripción de daños y métodos de seguimiento. En: Valencia, L. (ed). Control Integrado de Plagas (Memorias). CIP, Bogotá, Colombia p. 36-47.
19. Wetter, C. 1971. Potato Virus S. *In*: C.M.I./A.A.B. Description of Plant Viruses, No. 60.
20. Zitter, T.A. 1977. Epidemiology of aphid-borne viruses. *In*: Aphids as virus vectors. Academic Press, Inc., London, New York. p. 385.