



**APLICACIÓN DE TERMOTERAPIA EN PAPA  
(*Solanum tuberosum ssp. andigenum*) PARA EL CONTROL DEL VIRUS DE  
AMARILLAMIENTO DE VENAS (PYVV) EN NARIÑO**

**HAROLD JOJOA ARGOTE  
JAIRO VELASCO VILLOTA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SAN JUAN DE PASTO  
2004**

**APLICACIÓN DE TERMOTERAPIA EN PAPA  
(*Solanum tuberosum ssp. andigenum*) PARA EL CONTROL DEL VIRUS DE  
AMARILLAMIENTO DE VENAS (PYVV) EN NARIÑO**

**HAROLD JOJOA ARGOTE  
JAIRO VELASCO VILLOTA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título  
de Ingeniero Agrónomo**

**Presidente:  
CARLOS ARTURO BETANCOURTH GARCÍA I.A., M Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SAN JUAN DE PASTO  
2004**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”.

“Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño”.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Presidente del Proyecto**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

San Juan de Pasto, Septiembre de 2004

## **AGRADECIMIENTOS**

Carlos Betancourth García, I.A., M.S.c.

Benjamín Sañudo, I. A.

Hernando Criollo Escobar, I.A. M.S.c.

Luis Alfredo Molina V, I.A. M.S.c.

Germán Chaves Jurado, I.A.

Germán Arteaga, I.A. M.S.c.

Tulio César Lagos, I.A., M.S.c.

Hugo Ruíz, I.A., M.S.c.

Lucio Legarda Burbano, I.A., M.S.c.

La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño

Todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización y culminación del presente trabajo.

Dedico a:

Dios  
La memoria de Luis Felipe Chavez  
Mi Madre María Gloria Argotty  
Mi tía Sonia Amparo Argotty  
Mi Abuela María Ilia Gómez  
Mis Primos  
Mis Tíos  
Familia Rosales  
Cristina Fernanda Valenzuela  
Rene Goyez Pasos  
Dario Arturo Bravo  
Mis Amigos

***Harold.***

Dedico a:

Mi Madre Judith Villota

Mi Padre Jairo Velásco

Mis Hermanos

Alfonso Barcenás

Gladis León

Stefani Jiménez

Nubia Jurado

Alvaro Jiménez

Rene Goyes Pazos

Dario Arturo

Mis Amigos

*Jairo.*

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. MARCO REFERENCIAL	20
1.1. ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS EN PAPA	20
1.1.1 Virus del enrollamiento de hojas de la papa (PLRV)	21
1.1.2 Virus Y de la papa (PVY)	21
1.1.3 Virus X de la papa (PVX)	22
1.1.4 Virus S de la papa (PVS)	22
1.1.5 Virus A de la papa (PVA)	23
1.1.6 Virus M de la papa (PVM)	23
1.1.7 Virus mop – top (PMTV)	23
1.1.8 Virus latente de la papa andina (APLV)	23
1.1.9 Virus del amarillamiento de venas (PYVV)	24
1.2 MANEJO DE LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS EN PAPA	26
1.3 TERMOTERAPIA	27
2. DISEÑO METODOLÓGICO	33
2.1 LOCALIZACIÓN	33
2.2 SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL	33
2.3 DIAGNÓSTICO INICIAL	34
2.4 DIAGNÓSTICO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO	34
2.5 EQUIPO PARA TERMOTERAPIA SECA	35
2.6 CONSERVACIÓN DE TUBÉRCULOS ANTES DE APLICAR TERMOTERAPIA SECA	35
2.7 CONSERVACIÓN DE LOS TUBÉRCULOS TRATADOS MEDIANTE TERMOTERAPIA SECA	36

2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL	36
2.8.1 Ensayo uno	36
2.8.2 Ensayo dos	37
2.9 VARIABLES DE EVALUACIÓN	37
2.9.1 Porcentaje de brotación presiembra	37
2.9.2 Porcentaje de emergencia	37
2.9.3 Número de tallos por planta	37
2.9.4 Porcentaje de incidencia	37
2.9.5 Producción	38
2.10 SIEMBRA	38
2.11 DISTRIBUCIÓN EN CAMPO ENSAYO UNO	38
2.12 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO ENSAYO DOS	40
2.13 LABORES CULTURALES	41
2.14 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL	42
3.2 DIAGNÓSTICO POSTERIOR A TERMOTERAPIA POR HIBRIDACIÓN DE ÁCIDOS NUCLÉICOS	43
3.3 PORCENTAJE DE BROTACIÓN PRESIEMBRA	43
3.4 PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN CAMPO	45
3.5 NÚMERO DE TALLOS	47
3.6 PORCENTAJE DE INCIDENCIA	49
3.7 PRODUCCIÓN	51
4. CONCLUSIONES	54
5. RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## LISTA DE CUADROS

	<b>pág.</b>
Cuadro 1. Especies de importancia económica en Colombia propagadas vegetativamente de las cuales se han erradicado algunos virus con tratamientos de termoterapia seca	29
Cuadro 2. Porcentaje de brotación de tubérculos tratados y testigos	43
Cuadro 3. Evaluación de emergencia en campo	45
Cuadro 4. Evaluación de emergencia en campo	46
Cuadro 5. Evaluación de número de tallos 30, y 60 días después de emergencia en campo	47
Cuadro 6. Evaluación de números de tallos 30 a 45 y 60 días después de emergencia en campo	48
Cuadro 7. Porcentaje de incidencia de amarillamiento de venas (PYVV) evaluada por sintomatología visual	49
Cuadro 8. Porcentaje de incidencia de amarillamiento de venas evaluado por síntomas en campo	50
Cuadro 9. Evaluación de la producción obtenida mediante el uso de termoterapia seca a tubérculos recién cosechados.	52
Cuadro 10. Evaluación de la producción obtenida mediante la técnica de termoterapia seca aplicada a tubérculos en inicio de brotación	53

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Plantas de un Cultivo de Papa Variedad ICA Nariño Afectado por el Virus de Amarillamiento de Venas (PYVV) Vereda Cubijan, Municipio de Pasto.	34
Figura 2. Disposición de los tubérculos en la estufa con temperatura regulada para el tratamiento de termoterapia seca.	35
Figura 3. Tubérculos brotados, después de haber sido tratados mediante termoterapia seca.	36
Figura 4. Mapa ensayo 1	39
Figura 5. Mapa ensayo 2	40
Figura 6. Partículas virales (PYVV) presentes en plantas de papa variedad ICA – Nariño.	42
Figura 7. Daños causados en tubérculos a punto de brotación tratados por más de tres semanas mediante termoterapia seca	44
Figura 8. Panorámica de emergencia en campo, obtenida con termoterapia realizada utilizando tubérculos en inicio de brotación	46
Figura 9. Incidencia DE (PYVV) entre los testigos y el tratamiento a 38°C durante tres semanas en el ensayo realizado con tubérculos recién cosechados.	49
Figura 10. Comportamiento de la incidencia del virus (PYVV) presente en plantas procedentes de tubérculos no tratados (plantas testigo) en ensayo realizado con tubérculos.	51
Figura 11. Apariencia de tubérculos, variedad ICA Nariño obtenidos, mediante el tratamiento térmico en seco, durante tres semanas a 38°C	52

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexos A. Ensayo Uno realizado con tubérculos recién cosechados	59
Anexo B. Ensayo Dos realizado con tubérculos en inicio de brotación	62

## GLOSARIO

**CLOSTEROVIRUS:** grupo de virus, que deriva su nombre del griego “kloster” que significa “huso”, debido a las largas partículas en forma de hilo. Los miembros de este grupo poseen estructuras largas y flexibles, que se caracterizan por poseer en su genoma, genes homólogos a las proteínas de choque término celulares HSP70h, con un tamaño que oscila entre 600 – 2000 nm. La transmisión mecánica es a menudo difícil, pero algunos miembros son transmitidos por vectores como pulgones y moscas blancas, de manera semipersistente.

**ELISA:** Enzyme – Linked Immuno Sorbent Assay, prueba serológica utilizada para detectar virus con alta precisión; la cual se realiza con la ayuda de una placa microtituladora en la cual se agrega anticuerpos específicos de un determinado virus, junto con la savia de una planta infectada por el mismo virus, las cavidades se “leen” a simple vista o con un colorímetro. Cuando se observa un cambio de color en cada cavidad, se diagnóstica la presencia del virus estudiado.

**FITOPLASMA:** actualmente se denominan organismos semejantes a micoplasmas, identificados en 1967 mediante microscopía electrónica, carecen de pared celular, están rodeados por una membrana “unitaria” compuesta por tres capas y además poseen citoplasma, ribosoma y filamentos de material nuclear; poseen forma esferoidal a ovoide o irregularmente tubular con un tamaño similar a los micoplasmas verdaderos.

**HIBRIDACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEÍCOS “NASH”:** prueba realizada en el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Lima Perú, la cual produce el diagnóstico más preciso en la detección de partículas virales. Consiste en impregnar savia infectada sobre una membrana de nitrocelulosa, de la cual posteriormente se extrae el ADN viral, el cual debe reaccionar con otro ADN Patrón, el cual es específico para cada virus. Si la reacción es positiva, se puede confirmar la presencia de un determinado virus. Es muy útil para virus que no se puede realizar la prueba serológica ELISA, cuenta con los anticuerpos específicos, necesarios para realizar la prueba.

**INSECTO VECTOR:** organismo con características morfológicas especiales, que le permiten servir de medio de transporte a microorganismos de tipo patógeno, los cuales se adhieren a su cuerpo, principalmente su aparato bucal, el cual utiliza en su alimentación y de esta manera disemina diferentes patologías de manera rápida, perjudicando el desarrollo normal de las plantas.

**MICROSCOPIA ELECTRÓNICA:** sistema que permite la visualización y el análisis de las características microestructurales de la muestra en estudio, con el uso de un microscopio electrónico que cuenta con una sonda de microanálisis de energía dispersas de rayos x, permitiendo una visualización tridimensional de alta resolución y profundidad de campo.

**SÍNTOMAS ENMASCARADOS:** síntomas presentes en una planta, los cuales son inducidos por una enfermedad de etiología viral y que no se manifiestan bajo ciertas condiciones ambientales, excepto cuando el hospedante se expone a ciertas condiciones de luz y temperatura.

**TERMOTERAPIA:** técnica consistente en la aplicación de calor, sobre órganos reproductivos, con el fin de eliminar y/o inactivar patógenos principalmente virus, los cuales por ser organismos compuestos por proteínas, sufren un proceso de desnaturalización, el cual hace que estas sufran una alteración impidiendo la capacidad de multiplicación de los virus.

**TRANSMISIÓN DE VIRUS SEMIPERSISTENTE:** forma de inocular un virus de una planta infectada a una sana, la cual se realiza con la intervención de un insecto vector, el cual debe cumplir con un período de adquisición entre 3 – 8 minutos, tiempo en el cual las partículas virales llegan al aparato bucal pero no ingresan al insecto. El período de inoculación, consta de unos pocos minutos hasta un período inferior a 24 horas, para que se realice una transmisión efectiva.

**VIRUS:** organismos compuestos por nucleoproteínas infecciosas, que están formados de un agregado central de ADN ó ARN recubierto de proteínas. Su multiplicación la realizan dentro de una célula hospedante viva de la cual aprovechan su capacidad de síntesis celular, se catalogan como parásitos obligados y tienen la característica de mutar continuamente.

## RESUMEN

Para evaluar el efecto de la termoterapia seca sobre el virus de amarillamiento de venas (PYVV) en papa, se utilizaron tubérculos de la variedad ICA NARIÑO, cuyas plantas se examinaron por microscopía electrónica y mostraron partículas flexuosas similares a closterovirus.

Para el primer ensayo, cuando los tubérculos se encontraban recién cosechados se escogieron trescientos noventa (390) de ellos y se trataron a 38°C durante 3, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas en una estufa con temperatura regulada y constante.

La emergencia evaluada en campo mostró una inhibición total a 38°C durante 4, 5, 6, 7, y 8 semanas pero fue del 98.3% a tres (3) semanas, mientras que el testigo obtuvo un 100% de emergencia. Las evaluaciones por síntomas mostraron una incidencia de 50% en testigos, comparada con un 6.75% que mostraron las plantas tratadas durante tres (3) semanas. La mayor producción se obtuvo con T1 28.2 Ton/Ha superando al testigo que llegó a producir 17.3 Ton/Ha.

En el segundo ensayo se tomaron tubérculos de plantas testigo cultivadas en el ensayo uno, en las cuales se había comprobado la presencia del virus mediante pruebas de microscopía electrónica. Setenta y cinco (75) días después de colectados los tubérculos cuando se encontraban en inicio de brotación se trataron a 38°C durante 1, 2 y 3 semanas.

La emergencia en campo mostró que con 1, 2 y 3 semanas, se obtuvo un 63.3%, 39.43% y 6.63% respectivamente. Estos tratamientos se vieron superados por el testigo que obtuvo un 100%. Las evaluaciones visuales realizadas en campo mostraron una incidencia de 86, 95% en los testigos comparada con un 4.99%, 0% y 0% para las plantas tratadas térmicamente durante 1, 2 y 3 semanas. La mayor producción para el segundo ensayo con el tratamiento de una semana que obtuvo 8.16 ton/Ha, seguido por el testigo que produjo 5.58 Ton/Ha, mientras los tratamientos de 2 y 3 semanas de termoterapia lograron producir 5 y 1 Ton/Ha respectivamente.

## SUMMARY

To evaluate the effect of the dry thermoterapia on the virus of yellowing of veins (PYVV) in potato, tubers of the variety ICA NARIÑO was used whose plants were examined by electronic microscopy and they showed particles similar flexuos to closterovirus.

For the first rehearsal, when the tubers were recently harvested three hundred ninety were chosen (390) of them and they were at 38°C during 3, 4, 5, 6, 7 and 8 weeks in a stove with regulated temperature and constant.

The emergency evaluated in field showed a total inhibition at 38°C during 4, 5, 6, 7, and 8 weeks but it was from 98.3% to three (3) weeks, while the control obtained 100 emergency%.

The evaluations for symptoms showed an incidence of 50% in control, compared with 6.75% that showed the plants tried during three (3) weeks. The biggest production was obtained with T1 28.2 Ton/Ha overcoming the control that ended up producing 17.3 Ton/Ha.

In the second rehearsal they took tubers of plants control cultivated in the rehearsal one, in which he/she had been proven the presence of the virus by means of tests of electronic microscopy.

Seventy five (75) days after having collected the tubers when they were in brotación beginning they were at 38°C during 1, 2 and 3 weeks.

The emergency in field showed that with 1, 2 and 3 weeks, it was obtained 63.3%, 39.43% and 6.63% respectively. These treatments were seen suparados by the control that obtained 100%.

The visual evaluations carried out in field showed an incidence of 86, 95% in the control compared with 4.99%, 0% and 0% for the plants tried thermally during 1, 2 and 3 weeks.

The biggest production for the second rehearsal with the treatment of one week that obtained 8.16 ton/Ha, continued by the control that 5.58 Ton/Ha took place, while the treatments of 2 and 3 weeks of termoterapia they were able to produce 5 and 1 Ton/Ha respectively.

## INTRODUCCIÓN

La papa es un cultivo de gran importancia económica en el Departamento de Nariño, por los aspectos directamente relacionados con su explotación y por la variada cantidad de actividades que se generan entorno a este producto.

Burbano<sup>1</sup> Anualmente se siembran, en promedio unas 25.000 hectáreas, correspondientes al 20% del área total cultivada en Colombia, con una producción equivalente a 500.000 Tn/año.

En esta especie se presentan diversos problemas patológicos entre ellos los de tipo viral; destacándose el virus del enrollamiento de hojas (PLRV), virus Y de la papa (PVY), virus S de la papa (PVS) y el virus de amarillamiento de venas (PYVV); este último, se transmite por semillas (tubérculos), sin que hasta el momento existan tratamientos terapéuticos de control para aplicar en el campo.

En Nariño, el virus de amarillamiento de venas (PYVV) es un problema generalizado; la zona más afectada es la parte sur en los Municipios de Pupiales, José María Hernández, Contadero y Córdoba, en donde se encuentra con mayor frecuencia. La incidencia de este virus según muestreos visuales, se encuentra aproximadamente entre un 6% y 40% se necesitan estudios más a fondo, para establecer la incidencia de este problema viral en forma exacta.

La obtención de semilla libre de virus se realiza a partir de cultivo de tejidos *invitro*. Sin embargo, la producción de semilla certificada de papa es insuficiente para cubrir las necesidades de las regiones cultivadoras de papa, debido a que los volúmenes manejados por las empresas productoras son muy bajos, situaciones que presentan nuevos espacios para la búsqueda de alternativas que conduzcan a producir semilla libre de virus como la termoterapia, que es una técnica utilizada a escala mundial para obtención de semilla libre de estos problemas patológicos se necesitan estudios para determinar formas de exposición, rangos de temperatura y tiempo que son diferentes de acuerdo con el virus y la variedad.

---

<sup>1</sup> BURBANO, H. Futuro del Sector Papero en Nariño. Pasto:Comité Interinstitucional de la Papa en Nariño, 1999, p. 60.

Con base en los antecedentes expuestos anteriormente, se planteó esta investigación que tuvo como objetivo, estudiar el efecto del tratamiento térmico en seco, sobre tubérculos procedentes de plantas de papa variedad ICA Nariño las cuales indicaban la presencia del virus de amarillamiento de venas (PVV) y su influencia sobre la reducción o eliminación de partículas virales, emergencia, número de tallos y la respectiva producción en campo.

## 1. MARCO REFERENCIAL

Con la investigación realizada se trató de buscar alternativas de manejo a un problema de etiología viral, el cual produce pérdidas de carácter económico en la producción de papa, a continuación se presenta una revisión acerca de los virus registrados en este cultivo y las principales técnicas de obtención de semilla sana.

Según Agrios, los virus son organismos submicroscópicos compuestos de una o más moléculas de ácidos nucleicos, el ácido ribonucleico (ARN) o el desoxiribonucleico (ADN). Las moléculas se disponen en cadenas sencillas o dobles con la capacidad de organizar su propia multiplicación en un huésped apropiado haciendo uso de los ribosomas, del (ARN) de transferencia y del sistema de producción de energía de la célula en la cual se encuentran. El material genético está protegido por una cubierta de proteína o lipoproteína que poseen formas y tamaños variables<sup>2</sup>.

### 1.1 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS EN PAPA

Martínez, manifiesta que, “el cultivo de la papa, por su propagación vegetativa, es uno de los más seriamente afectados por las enfermedades causadas por virus. En la literatura se encuentran registros de unos 30 virus afectando esta especie. Algunos de ellos son realmente virus, otros pueden ser organismos que producen síntomas similares a los producidos por virus, como viroides, fitoplasmas y las rickettsias”<sup>3</sup>.

Salazar, argumenta que “las enfermedades virales son las responsables primarias de la degeneración gradual de las variedades, la cual se traduce principalmente en la pérdida de rendimiento. En algunos casos los virus causan pérdidas debido a la reducción del valor de mercadeo y conservación de tubérculos”<sup>4</sup>.

Wetter expresa que “como resultado de la llegada de un virus a una planta de papa, ya sea por medios mecánicos o por una inoculación con el agente vector, reconocido como responsable de la transmisión de la enfermedad, se inicia un proceso de multiplicación en las células infectadas, su paso a células vecinas y la invasión posterior de ellas”<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup> AGRIOS, G. N. Fitopatología. México: Limusa, 1996. p. 693 - 837.

<sup>3</sup> MARTÍNEZ G., Enfermedades Causadas por Virus en el Cultivo de la Papa. En: Manual de la Papa. No. 130. Pasto (25, Septiembre, 1982). p. 6 – 73.

<sup>4</sup> Red de Información de la Papa. Virus Amarillamiento Venas [on line]. [www.redepapa.org.com/index.html](http://www.redepapa.org.com/index.html), 15 de mayo de 2002.

<sup>5</sup> WETTER, C. Description of Plant viruses. Surrey, Inglaterra: Crik. 1971. APPI Biol. No. 60, 1971. 289 p.

Salazar expone que “la consecuencia del proceso de infección, produce en las plantas afectadas una serie de síntomas, que reflejan la alteración en el metabolismo de éstas, tales como anomalías de color y forma de las hojas, que van desde las variaciones del verde normal a la manifestación de amarillamiento de venas, parches, cloróticos y en ocasiones clorosis completa de la hoja. Estos síntomas pueden estar acompañados por encrespamientos y deformaciones de las hojas, necrosis de nervaduras, peciolo y tallos, caída de hojas y en casos extremos muerte de las plantas”<sup>6</sup>.

Hooker expresa que “los síntomas de plantas afectadas por virus cambian con la especie o la variedad, las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la planta y la raza del virus que se encuentre presente”<sup>7</sup>.

**1.1.1 Virus del enrollamiento de hojas de la papa (PLRV).** Harrison sostiene “este virus es el de mayor importancia económica en plantas con infección primaria los síntomas más típicos son clorosis y enrollamiento de las hojas jóvenes, pero en algunas variedades se desarrolla una coloración rojiza hasta morada, especialmente en las márgenes de los folíolos, un crecimiento rígido hacia arriba, necrosis del floema y acumulación de carbohidratos en las hojas”<sup>8</sup>.

Agrios asegura que “la partícula viral pertenece al grupo de los Luteovirus, que tiene 24 nm. de diámetro y está limitado a los tejidos del floema. Es transmitido a través de tubérculos infectados de papa destinados para semilla y, en el campo por más de 10 especies de áfidos en forma persistente; llegando a producir disminución de rendimiento en un 90%”<sup>9</sup>.

**1.1.2 Virus Y de la papa (PVY).** Salazar argumenta que se “considera el segundo virus más importante que está ampliamente distribuido en todo el mundo reviste una gran importancia económica. Afecta a las plantas de papa, ají, tomate y tabaco; causando pérdidas considerables en estos cultivos”<sup>10</sup>.

Por su parte, Agrios reporta que “cuando este virus aparece conjuntamente con el virus X de la papa, se produce un síntoma llamado “mosaico rugoso” en el que las plantas se ven enanas y los tubérculos son de menor tamaño. El (PVY) es un

---

<sup>6</sup> SALÁZAR, L. F. Los Virus de la Papa y su Control. Lima: Centro Internacional de la Papa. CIP, 1996. p. 214 - 216.

<sup>7</sup> HOOKER, W. J. Compendio de Enfermedades de la Papa. Lima: Centro Internacional de la Papa. CIP. 1980. p. 164 - 166.

<sup>8</sup> HARRISON, B. D. Potato Leafroll Virus. Surrey, Inglaterra. ADAI. 1984, APPI. Biol. No. 291. p. 80 – 85.

<sup>9</sup> AGRIOS, Op. Cit., p. 837.

<sup>10</sup> SALAZAR, Op. cit., p. 113.

Potyvirus que consta de partículas filiformes de 730 nm de longitud por 11 nm. de diámetro”<sup>11</sup>.

Wetter declara que “este virus se enmascara fácilmente en temperaturas menores de 10°C y por encima de 25°C causa disminución de los rendimientos hasta en un 80%. Además, su transmisión se realiza por medio de tubérculos infectados de papa que son destinados para semilla y por lo menos 25 especies de áfidos en forma no persistente”<sup>12</sup>.

**1.1.3 Virus X de la papa (PVX).** “Salazar reporta que es uno de los virus de más amplia diseminación que produce pérdidas que van desde mínimas hasta moderadas. Infecta también al tomate y al tabaco, puede permanecer completamente latente o bien producir síntomas que van desde un mosaico moderado a un rayado necrótico severo”<sup>13</sup>.

Wetter reporta que “este virus causa disminución en rendimiento, en un 10%; dependiendo de la raza”<sup>14</sup>.

Agrios describe la partícula viral como un Potexvirus, es decir, consta de estructuras filamentosas de 513 nm. de longitud x 13 nm. de diámetro<sup>15</sup>, y que con frecuencia aparece junto con el (PVY) y produce un síntoma típico llamado “mosaico rugoso”, el cual fue descrito anteriormente. Se transmite por medio de tubérculos infectados de papa y por contacto entre plantas vecinas, por las manos, herramientas entre otros; destacando que este virus no se transmite por vectores.

**1.1.4 Virus S de la papa (PVS).** Sobre este virus, Salazar manifiesta que “se caracteriza por estar diseminado en zonas tropicales, los síntomas pueden pasar desapercibidos y se presentan en forma de depresión ligera de las nervaduras, bronceado de las hojas, pudiéndose presentar manchas necróticas”<sup>16</sup>.

Por su parte Wetter sostiene al respecto que “las partículas virales tienen forma de varillas sinuosas de 650 nm. de largo por 12 nm de diámetro y este virus es

---

<sup>11</sup> AGRIOS, Op cit., p. 693.

<sup>12</sup> WETTER, Op cit., p. 152.

<sup>13</sup> SALÁZAR, Op cit., p. 111.

<sup>14</sup> WETTER, Op cit., p. 154.

<sup>15</sup> AGRIOS, Op cit, p. 613.

<sup>16</sup> SALAZAR, Op cit., p. 114.

transmitido mecánicamente por contacto entre plantas y por áfidos en forma no persistente causando una reducción leve en los rendimientos”<sup>17</sup>.

**1.1.5 Virus A de la papa (PVA).** En relación a este virus Hinostroza expresa que “presenta una amplia diseminación en las áreas de cultivo, se caracteriza por producir mosaicos suaves, rugosidad de la superficie y ondulación de los bordes de las hojas, pero en materiales susceptibles puede causar encrespamiento, arrugamiento de las hojas y necrosis de los ápices. Este virus se transmite mecánicamente y por áfidos en forma no persistente; la partícula viral corresponde a un Potivirus, que se caracteriza por poseer estructuras en forma de varillas sinuosas causando pérdidas entre un 30 – 40%”<sup>18</sup>.

**1.1.6 Virus M de la papa (PVM).** Bagnall et al., reportan que “es un virus muy común en Europa, sus síntomas varían desde asintomáticos latentes hasta mosaico severo y encrespamiento de hojas, deformación de los folíolos, enrollamiento de los ápices de la planta y necrosis de la planta, reduciendo considerablemente entre 10 y 30% la producción del cultivo”<sup>19</sup>.

**1.1.7 Virus Mop – Top (PMTV).** Harrison afirma que es un virus de creciente diseminación. Los síntomas dependen de la variedad afectada y las condiciones ambientales. En general se caracteriza por la presencia de manchas brillantes amarillas, que pueden presentar un patrón en forma de V o tener la apariencia de círculos. Estos síntomas están acompañados de reducción en el desarrollo de las plantas afectadas, con un acortamiento severo de los entrenudos que le dan el nombre de “mop top”. Los tubérculos pueden presentar anillos sobre su piel, sin síntomas en su interior o con muy ligera evidencia de enfermedad, destacando que el virus solo se encuentra en un 30% de los tubérculos cosechados en una planta enferma. Su transmisión se realiza mecánicamente por las zoosporas del hongo (*Spongospora subterranea*), pudiendo sobrevivir en ellas por varios años. Posee partículas caracterizadas en forma de varillas rígidas, un núcleo central bien definido con sus moléculas de ácido nucleico repartidas en partículas de dos tamaños 250 – 300 nm. de largo por 18 – 20 nm. de diámetro<sup>20</sup>.

**1.1.8 Virus latente de la papa andina (APLV).** García et al., “sostienen que es un virus con alta prevalencia en las variedades de papa cultivadas en los Andes, el que

---

<sup>17</sup> WETTER, Op cit., p. 161.

<sup>18</sup> HINOSTROZA, A.M. Isolation of Infectious Ribonucleic acid from Leaves of *Chenopodium quinoa* Infected with Potato Virus S. Pytopath. Gent: Bélgica. Z 76. 1973. p. 149 – 152.

<sup>19</sup> BAGNALL, R. H.; SALAZAR, L. F. ORTEGA, M, Daniels J. Differential host and Serological Relation Ships of Potato Virus M, potato Virus S and Carnation latent Virus. Phytopathology. Lima:Perú. 1984. 49: 435 – 442 p.

<sup>20</sup> HARRISON, B.D. Potato mop – top Virus In description of plant viruses. Comm My col Inst. Surrey: Inglaterra. ASS. Biol No. 138 Kew. 1974. p. 4.

se identificó en el año de 1998 en el Departamento de Caldas; los síntomas dependen de la variedad afectada y de las condiciones ambientales, que se ven favorecidas por temperaturas bajas. Las infecciones primarias son asintomáticas pero ocasionalmente pueden producir mosaico suave o clorosis muy leve en las venas”<sup>21</sup>.

Jones asegura que “las infecciones secundarias se expresan con mosaicos suaves y a veces rugosidad en las venas; sus partículas son isométricas de alrededor de 28 nm. de diámetro, siendo transmitido por métodos mecánicos y coleopteros del género (*Epitrix* spp), existiendo referencias de transmisión por semillas que no se han confirmado en estudios posteriores”<sup>22</sup>.

**1.1.9 Virus del amarillamiento de venas (PYVV).** Gosow, citado por Alba, “fue uno de los primeros en mencionar la enfermedad viral del amarillamiento de venas, en papa; hecho que ocurrió en el año de 1918”<sup>23</sup>.

Salazar expone que en el año de 1943, se realizaron observaciones de esta enfermedad por agricultores del Departamento de Nariño (Colombia), cuyos tubérculos provenientes de las plantas enfermas, fueron llevados al Departamento de Antioquia (Colombia); donde se realizaron trabajos de selección creyendo que se trataba de una nueva variedad<sup>24</sup>.

Vega “Determinó la transmisión del agente causal por la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) descartando otros posibles vectores principalmente por áfidos de las especies (*Myzus persicae*) y (*Macrosiphum euphorbiae*) ni por los ácaros (*Eutetranychus telarius*) y (*Faratomus yusti*)”<sup>25</sup>.

Martínez por su parte expresa al respecto que “en Colombia la distribución del amarillamiento de venas se limitaban en el año de 1985, a los Departamentos de

---

<sup>21</sup> GARCÍA J., S.; VARGAS C., E.; ESCOBAR J., J.; BETANCOURTH V. M.; CASTRILLON J. M; MARULANDA A. A; y MARTÍNEZ L. G. Identificación del Virus Moteado de la Papa Andina (Andean Potato Mottle Commovirus, APMoV), (Andean potato latent tymovirus, APLV), en los Departamentos de Caldas y Tolima. En: Memorias XIX Congreso Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines. San Juan de Pasto. 1998. 65p.

<sup>22</sup> JONES, R.A.C. Test for Transmission of four Potato Viruses Throught Potato True Seed. Surrey Inglaterra: Ann Appl. Biol. 100: 1982. p. 315 – 320.

<sup>23</sup> ALBA, J. El Amarrillamiento de las Venas de la Papa, una Enfermedad Causada por Virus. Medellín. 1952. p. 40. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional. Facultad de Agronomía.

<sup>24</sup> SALAZAR, L. F. El Amarillamiento de las Venas de la Papa. En: Revista Papas Colombianas. Santafé de Bogotá. (20, Junio, 2000). p. 141 – 143.

<sup>25</sup> VEGA, J. G. Transmisión Purificación y Caracterización del Agente Causal del Amarillamiento de Venas en Papa. Bogotá, 1970. p. 47. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional e Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Nariño y Antioquia donde las pérdidas en rendimiento alcanzaban hasta un 50% en algunas variedades. Actualmente esta enfermedad se encuentra distribuida, casi en todos los departamentos productores de papa, causando pérdidas que oscilan entre un 63 – 65% en su rendimiento”<sup>26</sup>.

Saldarriaga et al., “manifiestan que la transmisión del virus es de carácter semipersistente, siendo necesario que el vector mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) se alimente de una planta infectada por un mínimo de 7 horas, la transmisión se logra en un período de 30 minutos y aparentemente no se requiere período de incubación y pierde su efectividad de transmisión después de 6 horas”<sup>27</sup>.

Según Salazar “la transmisión por savia no es muy efectiva y por lo general se propaga por la semilla contaminada, siendo el medio de más fácil propagación. Los estudios de microscopia electrónica y electroforesis, han determinado que la partícula del virus de amarillamiento de venas (PYVV) es del género crinivirus de la familia Closteriviridae”<sup>28</sup>.

Lister y Bar describen a los miembros de la familia Closteriviridae como “un grupo de virus que se caracteriza por partículas largas y flexuosas con genoma bipartido en forma de hilos, miden de 600 a 2000 nm. y un ancho de 10 nm. con su molécula principal de (ARN)”<sup>29</sup>.

Zapata identifica como características de esta enfermedad los siguientes síntomas: clorosis de las venas de las hojas, mostrando inicialmente un amarillamiento brillante de las venas terciarias, posteriormente a las venas secundarias y a la lámina de la hoja, entre las venas primarias, a veces se presentan pequeños puntos amarillos en el limbo de la hoja, que posteriormente aumentan en número y tamaño hasta juntarse. Cuando el ataque es muy severo y la planta muy susceptible, el amarillamiento invade la totalidad de las hojas y el virus se puede encontrar en forma asintomática en plantas hospederas como barbasco, lengua de vaca, corazón herido, yerbamora y en plantas de tomate de mesa”<sup>30</sup>.

---

<sup>26</sup> MARTÍNEZ, G. Los Virus de la Papa en Colombia. En: Instituto Colombiano Agropecuario Reg 5. Programa Nacional de Fitopatología. Reunión bianual. Palmira. (20, Marzo, 1968). p. 45 – 46.

<sup>27</sup> SALDARRIAGA, A; ALVAREZ, A.M. y JARAMILLO, J.E. Efecto del Amarillamiento de Venas Transmitido por (*Trialeurodes vaporariorum*. Westwod), en Papa. En: Revista Colombiana de Entomología. No. 14. Bogotá. (24, Noviembre, 1988). p. 3 – 8.

<sup>28</sup> SALAZAR, L. F. La Enfermedad del Amarillamiento de las Venas de la Papa: Evidencia de la Presencia de un Virus Inusual En: Agroenfoque No. 12. Lima (6, Octubre, 1997). p. 24 – 26.

<sup>29</sup> LISTER, J. y BAR, J. Plant Virus Groups Infecting Angiosperms, Londres. 1981. p. 42 – 45.

<sup>30</sup> ZAPATA, J. L. Manejo Integrado de las Enfermedades de la Papa. Boyacá En: Manual Técnico, Corpoica Regional Uno. (12, Noviembre, 2000). p. 196.

Salazar expresa que “en otros países como Perú se han tomado medidas drásticas para evitar la diseminación del virus de amarillamiento de venas, ya que está causando pérdidas en los cultivos de papa especialmente al norte del país; se requiere evitar el transporte de semillas de las zonas en donde se ha registrado el virus, además se aconseja erradicar inmediatamente las plantas enfermas, que aparecen en los diferentes cultivos; es muy común por los agricultores usar solamente semilla de papa certificada”.

## **1.2 MANEJO DE LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS EN PAPA**

Para contrarrestar la magnitud de las enfermedades causadas por virus en este cultivo, Martínez, 1998<sup>31</sup> hace las siguientes recomendaciones:

- Para lograr un manejo adecuado es necesario identificar todos los factores que influyen en el desarrollo de las patologías virales y su diseminación, siendo en primer lugar el material de propagación, en este caso los tubérculos en los cuales se conservan y distribuyen con alta probabilidad todos los problemas sanitarios presentes en la planta original.
- Otro reservorio de virus son las plantas voluntarias que quedan en lotes después de una cosecha, los vectores de los mismos, así como también las plantas hospedantes del virus en consideración, los que son más perjudiciales cuando conservan el virus en forma asintomática.
- Todas las actividades dirigidas al control de las enfermedades causadas por virus deben ser preventivas, pues no existen productos viricidas que no sean perjudiciales para las células<sup>32</sup>.
- Salazar reúne recomendaciones hechas por los especialistas del Centro Internacional de la Papa (CIP) y publica algunas recomendaciones para control de virus en papa<sup>33</sup>.
- En esta especie el primer paso a seguir es la selección de semillas, siendo cada vez más usuales, los esquemas de producción de semilla sana, con el uso de las técnicas de termoterapia y cultivo de meristemas, alternando con un programa de producción acelerada de plantas sanas.

---

<sup>31</sup> MARTÍNEZ, G. Enfermedades Causadas por Virus en el Cultivo de Papa y Estrategias para su Control. Segundo Curso de Manejo Sanitario del Cultivo de Papa. Pasto, 1998. p. 55 – 64.

<sup>32</sup> MARTÍNEZ, Op. Cit., p. 55 – 64.

<sup>33</sup> SALAZAR, Op. Cit., p. 214.

- Cuando se logra identificar con seguridad problemas virales en cultivo, es posible realizar labores de erradicación temprana de plantas enfermas y manejo de vectores.

### 1.3 TERMOTERAPIA

La posibilidad de eliminar patógenos por tratamientos con calor fue evaluada por primera vez en caña de azúcar por Kobur 1890 mencionado por Quak y es hoy en día una de las técnicas que ha dado excelentes resultados con muchos virus de plantas<sup>34</sup>.

Nyland y Goheen, exponen que la termoterapia ha sido una de las estrategias utilizadas para lograr la eliminación de muchos virus y otros patógenos<sup>35</sup>.

Hollings, define la termoterapia como: “una técnica basada en el calor y que propicia una alteración del balance entre síntesis y degradación de los virus en las plantas. Algunos logran desactivarse o permanecen latentes hasta cuando se presentan las condiciones favorables para su desarrollo”<sup>36</sup>.

Quak, precisa que “la termoterapia es un proceso en el cual se someten diferentes órganos de reproducción como tubérculos de papa o plantas en crecimiento activo a temperaturas lo suficientemente altas como para inactivar los virus, igualmente menciona que para tener éxito en este proceso. Se debe manejar cuidadosamente la temperatura a utilizar, relacionándola con las características del virus tratado y la planta hospedante”<sup>37</sup>.

Kassanis, reporta que los tratamientos de calor son más efectivos en virus de forma isométrica y de varillas sinuosas que en virus en forma de varillas rígidas y que en general, el calor puede causar deterioro de los tubérculos como brotación tardía o pérdida de viabilidad, daños por deshidratación, malformaciones, pero al contribuir a una reducción notable de la concentración de virus, garantiza la limpieza del material. La síntesis y degradación del virus ocurre simultáneamente con altas temperaturas. Razón por la cual los retoños de plantas, tubérculos o semillas siguen creciendo y quedan libres del patógeno.

---

<sup>34</sup> QUAK, F. Review of Heat Treatment and Meristem Tipo Culture as Methods to Obtain Virus Breda: Holanda. Free Plants. Proc. 18 ht. Int. Congr. p. 3:12 – 25.

<sup>35</sup> NYLAND, G y GOHEEN, A. Heat therapy of Viruses of Potatoes Anual Review Phitopathology No. 7. Londrés: Inglaterra, 1969. p. 331 – 354.

<sup>36</sup> HOLLINGS, M. Disease Control Through virus – Free Tock Ind: Annual Review Phy to Pathology. Vol. 3. Londrés: Inglaterra, 1965. p. 367 - 396.

<sup>37</sup> QUAK, F. Therapy In: Var der Want Viruses of Potatoes Seed – Potato Production, Op. cit., Lima: Perú. p. 158 – 166.

Kassanis publica que los primeros ensayos de termoterapia para eliminación del PRLV, PVX y PVY, fracasaron por problemas con la viabilidad de las variedades tratadas, pero en 1950 se tienen las primeras evidencias de su importancia en la eliminación del PLRV, observándose que algunas de las plantas provenientes de tubérculos tratados a 35°C por 10 a 20 días estaban libres del PRLV, pero si el tratamiento se realizaba por 25 días, las plantas sobrevivientes no mostraban síntomas<sup>38</sup>.

Quak, expresa que “muchos trabajos en América muestran incubaciones de tubérculos tratados a 35°C por 56 días ó 36°C por 39 días, eliminaban completamente el PLRV, en diferentes variedades de papa. Otros ensayos recomendaban la fluctuación de temperaturas, por ejemplo 4 horas a 40°C con 20 horas a 16- 20°C, por cerca de ocho semanas. En la India tubérculos almacenados a 29° C por cerca de cuatro meses estaban totalmente libres de la concentración del virus después de dos meses, sólo sobrevivían un 40 – 66% de los tubérculos. La proporción de tubérculos que resistían el tratamiento era muy variable y dependía de la variedad<sup>39</sup>.

Nyland y Goheen estudiando el virus del mosaico aucuba de la papa (Potato aucuba mosaic Potexvirus, PAMV) hallaron que es eliminado con temperaturas de 37°C por cinco semanas; el virus A de la papa (potato A. Potivirus, PVA) fue eliminado con 35°C por 14 días, el PVY con 38°C por siete días, el PVS con 35°C por seis días, el PVX con 35°C por quince semanas y el viroide del tubérculo ahusado de la papa (Potato spindle tuber viroid, PSTV), con 37° C por siete semanas<sup>40</sup>.

Schenk, reporta que “un tratamiento de agua caliente a 57°C por media hora es efectiva en la eliminación de hongos, bacterias, fitoplasmas, nematodos, insectos y ácaros en bulbos y cormos de gladiolo, narciso y jacintos<sup>41</sup>.

Kassanis expresa que la termoterapia húmeda con agua caliente es más dañina para los tubérculos, que la termoterapia seca con aire caliente; así estos pueden sobrevivir por cuatro meses en aire húmedo a 37°C, pero únicamente un día en agua caliente a igual temperatura. Comprueba también que las plantas creciendo a 36°C, presentan una disminución de la concentración de virus a medida que pasa el tiempo, encontrando que tubérculos de 30 – 50 g., eran liberados del PLRV, pero no del

---

<sup>38</sup> KASSANIS, B. Heat Inactivation of Leafroll Virus in Potato Tubers, In: Annual Applied Biology. Lineen:U.S.A. Vol. 37 (1950); p. 339 – 341.

<sup>39</sup> QUAK, Op. cit., p. 160.

<sup>40</sup> NYLAND, G. y GOHEEN, A. Op cit., 333 p.

<sup>41</sup> SCHENK, P. Application of Therapeutic Methods to Bulbs and Corm. Proceedings of the 18 th International Horticultural Congress. Coventry: Gran Bretaña. Volumen III. 1971.

PVX, hallándose una resistencia al tratamiento por parte de los tubérculos de mayor tamaño<sup>42</sup>. Así mismo, afirma que en ciertas variedades de papa se hace necesario erradicar completamente el virus y es probable que se necesiten períodos más extensos del tratamiento termina y además se debe tener en cuenta el tipo de virus para determinar el tiempo y temperatura para su degradación. Kassanis, de igual forma llevó a cabo trabajos en donde, relacionó los puntos de inactivación terminal del virus del enanismo breñoso del tomate (Tomate bushy Tombusvirus, TBSV). Con los procesos de termoterapia encuentra que virus tiene un punto termal de inactivación de 80°C *invitro* y por termoterapia se ha logrado su inactivación a 50°C.

Hollings, Quak, Nyland y Goheen, mencionados por Martínez han utilizado con éxito el método de inducir tolerancia a altas temperaturas, en plantas o partes de plantas, aplicando la termoterapia con incrementos progresivos de temperatura 3 – 4°C cada 4 – 5 días, hasta alcanzar la temperatura del tratamiento deseado, evitando daños por efecto térmico<sup>43</sup>.

Martínez con referencia a la termoterapia expresa que la tolerancia de tubérculos de papa a tratamientos de alta temperatura sin que estos sufran daños por deshidratación depende de la composición genética y adaptación de tales materiales. Así las variedades de papa normalmente adaptadas a los pisos térmicos altos, con bajas temperaturas y días cortos, generalmente son poco tolerantes a tratamientos con calor, o requieren una cuidadosa inducción de resistencia<sup>44</sup>.

En el Cuadro 1. se indican algunas especies a las cuales se les ha eliminado virus con el uso de los tratamientos con altas temperaturas.

**Cuadro 1. Especies de importancia económica en Colombia propagadas vegetativamente de las cuales se han erradicado algunos virus con tratamientos de termoterapia seca**

ESPECIE Y VIRUS	TRATAMIENTO	
	TIEMPO	TEMPERATURA °C
Batata ( <i>Ipomea batatas</i> Lamark)		
Sweet potato russet crack	4 meses	38
Sweet potato yellow dwarf	3 meses	36
Sweet potato mild mottle	5 meses	35
Caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> L.)		

<sup>42</sup> KASSANIS, Op. cit., p. 330 – 336.

<sup>43</sup> MARTÍNEZ. Desarrollo y Adaptación de las Técnicas de Termoterapia y Cultivo de Tejidos para la Limpieza de Virus de las Variedades Colombianas de Papa. Caldas, 1986. p. 131. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía.

<sup>44</sup> MARTÍNEZ Op. cit., p. 20 – 35.

ESPECIE Y VIRUS	TRATAMIENTO	
	TIEMPO	TEMPERATURA °C
Sugarcane chlorotic streak	20 minutos	45 – 48
Sugarcane seren	60 minutos	52
Sugarcane white leaf	8 horas	54
Sugarcane grassy shoot	30 minutos	50
Clavel ( <i>Dianthus cariyophyllus L.</i> )		
Carnation mottle	8 semanas	38
Carnation ringspot	4 semanas	36
Carnation vein mottle	8 semanas	38
Carnation etched ring	8 semanas	38
Carnation Italian ringspot	4 semanas	38
Carnation streak	3 semanas	38
Carnation latent	8 semanas	38
Crisantemo ( <i>Chrysanthemum moribolium Ram</i> )		
Tomato aspermy	4 semanas	36
Chrysanthemum flower distortion	2 – 5 meses	35
Chrysanthemum green flower	4 semans	38
Chrysanthemum mosaic complex	2 – 8 meses	35
Chrysanthemum ring pattern	4 semanas	36
Chrysanthemum stunt English strain	4 semanas	37
Chrysanthemum B	2 meses	37
Chrysanthemum rosette	2 meses	35
Fresa ( <i>Fragaria vesca L.</i> ) (35 y 59)		
Strawberry crinkle	2 – 3 semanas	37
Strawberry latent A	5 semanas	38
Strawberry leaf tattering	9 – 11 días	35 – 40
Strawberry mosaic	9 – 11 días	35 – 40
Strawberry mottle	2 semanas	38
Strawberry veinbanding	5 meses	35 – 46
Strawberry vein chlosis	2 – 3 semanas	37
Strawberry yellow complex	4 – 18 días	34 – 38
Strawberry yellow edge	26 días	37
Naranja ( <i>Citrus sinensis L.</i> )		
Citrus yellowing	22 semanas	38
Citrus xyloporis	75 días	35
Citrus greening	28 días	40
Citrus Psorosis	3 – 4 meses	28 – 40
Citrus Concave gum	3 – 4 meses	28 – 40
Citrus infectious variegation	3 – 4 meses	28 – 40
Citrus vein enation	3 – 4 meses	28 – 40
Citrus yellon shoot	40 minutos	50
Citrus tristeza	28 días	39
Papa ( <i>Solanum tuberosum L</i> )		
Potato virus A	7 – 110 días	30 – 38
Potato leafroll	25 – 40 días	37.5
Potato virus S	7 – 110 días	30 – 38
Potato virus Y	7 – 110 días	30 – 38
Potato virus X	15 semanas	30 – 38
Potato aucuba mosaic	5 semanas	38
Potato mop top	7 semanas	37
Tobacco rathle	5 semanas	38
Rosa ( <i>Rosa spp.</i> )		
Rose mosaic	28 días	35
Rose yellow mosaic	14 días	38

ESPECIE Y VIRUS	TRATAMIENTO	
	TIEMPO	TEMPERATURA °C
Uva ( <i>Vitis</i> spp.)		
Grapevine yellow vein	6 semanas	38
Grapevine asteroid mosaic	6 semanas	38
Grapevine corby nark	14 semanas	38
Grapevine leafroll	8 semanas	38
Grapevine fanleaf	21 días	35
Grapevine flavesence doree	3 días	30
Yuca ( <i>Manihot utilissima</i> Pohl)		
Cassava mosaic	5 – 6 semanas	35 – 39

**Fuente:** MARTÍNEZ. Desarrollo y Adaptación de las Técnicas de Termoterapia y Cultivo de Tejidos para la Limpieza de Virus de las Variedades Colombianas de Papa. Caldas, 1986. p. 131. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía.

Naranjo, declara que “obtuvo plantas de papa variedad salentula libres de problemas virales utilizando técnicas de termoterapia y cultivo de meristemos *invitro* y llegó a comprobar la bondad que tienen estas dos técnicas en la producción de semilla sana”<sup>45</sup>.

Hernández et al., realizaron una investigación en el instituto de Biotecnología de Cuba, la cual consistió en utilizar alternancia de temperaturas para el saneamiento del virus X (PVX) en papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Desiree que fueron inoculadas mecánicamente con este virus y sembradas posteriormente en contenedores de espuma, se comprobó la presencia del virus mediante prueba de ELISA; luego estas plantas fueron tratadas con regímenes de temperaturas alternas de 4 h a 44°C y 4 h a 25°C, de estas se extrajeron meristemos entre 0,3 – 0,5 mm, que fueron sembradas en un medio de establecimiento adecuado. El tratamiento dado permitió la regeneración del 22,5% de los implantes y de ellos el 33,3%, según el análisis de ELISA, eran plantas sanas<sup>46</sup>.

Martínez y Aguirre ejecutaron una investigación en donde obtuvieron plantas de papa, (*Solanum tuberosum* L.) de la variedad salentula libres de los virus X de la papa (Potato X Potexvirus; PVX); el virus Y de la papa (Potato Y Potyvirus, PVY); el virus del enrollamiento de hojas de la papa (Potato Leafroll Luteovirus, PLRV); el virus latente de la papa andina (Potato andean Latent Tymovirus, APLV). A través de las técnicas de termoterapia y cultivo de meristemos *invitro*. En este estudio se tomaron tubérculos, provenientes de plantas de la variedad mencionada,

<sup>45</sup> NARANJO, H. y ESTRELLA, D. Una técnica de Multiplicación Rápida de Papa. Quito (Ecuador). 1987. p.12.

<sup>46</sup> HERNÁNDEZ, et al., Uso de la Alternancia de Temperatura para el Saneamiento del Virus X de la Papa. Centro Agrícola Universidad Central de las Villas. Quito: Ecuador. 1995. Vol. 22 (2). p. 68 – 71.

los cuales se sometieron a prueba de ELISA encontrando la presencia a los cinco virus en estudio<sup>47</sup>.

Los tubérculos una vez brotados, fueron sembrados en suelo esterilizado en invernadero, cuando los brotes tuvieron 5 cm; de altura, se aplicó terapia de calor, empleando una temperatura de 37°C durante 12 horas.

Posteriormente cada semana, durante 1 mes, se realizó la toma de brotes terminales y/o auxiliares, para utilizarlos en el proceso de aislamiento y cultivo de meristemos.

Luego de ser multiplicadas las plántulas, se enviaron muestras de follaje, al laboratorio de semillas de (CORPOICA Tibaitatá) en donde se verificaron que estaban libres de los virus tratados.

---

<sup>47</sup> MARTÍNEZ, G y AGUIRRE, A. Obtención de Plantas Sanas de Papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Salentula a través de las Técnicas de Termoterapia y Cultivo de Meristemos *invitro*. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía. Medellín Vol. No. 1 – 2 (2001). p. 1351 – 1366.

## **2. DISEÑO METODOLÓGICO**

Esta investigación se realizó entre septiembre de 2001 y diciembre de 2003, evaluando el uso de termoterapia seca, en tubérculos de papa destinados para semilla.

La termoterapia se llevó a cabo en dos ensayos:

- El primero en donde se trató tubérculos recién cosechados.
- El segundo tubérculos en inicio de brotación.

### **2.1 LOCALIZACIÓN**

Estos trabajos se desarrollaron en los laboratorios de microbiología, cultivo de tejidos y Centro de Investigaciones Agrobiológicas (CIAB-Botana) de la Universidad de Nariño; este último ubicado en el Corregimiento de Catambuco a 2750 m.s.n.m, con una temperatura promedio anual de 13°C y una precipitación promedio anual de 840 mm.<sup>48</sup> se contó con la ayuda de la unidad de virología del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Palmira Valle, y el laboratorio de Biotecnología del Centro Internacional de la Papa (CIP) en Lima Perú.

### **2.2 SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL**

En el Municipio de Pasto, Vereda de Cubijan Bajo, ubicada a 2700 m.s.n.m. y temperatura promedio anual de 11° C se identificó un cultivo de papa perteneciente a la variedad ICA Nariño, con alta incidencia de (PYVV) de aproximadamente tres meses de edad, se marcaron las plantas para evitar confusiones en el momento de la cosecha y posteriormente tomar los tubérculos para aplicar termoterapia. (Véase Figura 1.)

En el segundo ensayo se utilizaron tubérculos procedentes de plantas testigo del primer experimento realizado en el Centro de investigaciones Agrobiológicas (CIAB-Botana), escogiendo aquellas plantas que presentaban los síntomas característicos de la enfermedad.

---

<sup>48</sup> INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Reporte Técnico Estación Meteorológica Botana. Pasto, Nariño 2001. 1 p.

### **2.3 DIAGNÓSTICO INICIAL**

Antes de proceder a realizar los tratamientos de calor para los dos ensayos, se confirmó la presencia del virus estudiado, enviando muestras de tejido (hojas afectadas) a la unidad de virología del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), sede Palmira, en donde se realizó un diagnóstico inicial con ayuda de microscopía electrónica utilizando la técnica de tinción negativa.

**Figura 1. Plantas de un Cultivo de Papa Variedad ICA Nariño afectado por el Virus de Amarillamiento de Venas (PYVV) Vereda Cubijan, Municipio de Pasto**



### **2.4 DIAGNÓSTICO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO TERMICO**

En el ensayo uno, las plantas procedentes de tubérculos tratados mediante termoterapia seca y los testigos, sembrados en campo, se evaluaron para determinar la incidencia de la enfermedad a uno, dos y tres meses después de la emergencia. Realizando la evaluación por medio de síntomas y utilizando la hibridación de ácidos nucleicos o “NASH”, para lo cual se tomó 150 muestras foliares, se impregnó savia en una membrana de celulosa, la cual fue enviada para ser sometida al respectivo análisis.

## 2.5 CONSERVACIÓN DE TUBÉRCULOS ANTES DE APLICAR TERMOTERAPIA SECA

En el segundo ensayo fueron sometidos a termoterapia *tubérculos en inicio de brotación*, los cuales permanecieron almacenados durante 75 días en un lugar oscuro, con temperatura promedio de 13°C y conservando una buena aireación, tiempo en el cual emitieron brotes entre 1 – 5 mm.

## 2.6 EQUIPO PARA TERMOTERAPIA SECA

En el laboratorio de tejidos de la Universidad de Nariño, se utilizó una estufa con temperatura regulada mediante un sistema digital; una capacidad para almacenar 400 tubérculos. (Véase Figura 2)

**Figura 2. Disposición de los tubérculos en la estufa con temperatura regulada para el tratamiento de termoterapia seca**



En el primer ensayo, se tomaron 390 tubérculos recién cosechados los cuales se sometieron a temperatura constante de 38°C durante 3, 4, 5, 6, 7, 8, semanas, tiempo en el cual se realizó una revisión constante para observar el comportamiento de los tubérculos.

En el segundo ensayo se emplearon 200 *tubérculos en inicio de brotación*, para ser sometidos a una temperatura de 38°C durante 1, 2 y 3 semanas, que eran los tratamientos sugeridos para este experimento.

## **2.7 CONSERVACIÓN DE LOS TUBÉRCULOS TRATADOS MEDIANTE TERMOTERAPIA SECA**

Una vez efectuados los tratamientos térmicos en los dos experimentos, los tubérculos se mantuvieron conservados en la oscuridad, a temperatura promedio de 13°C, en bolsas de papel (rotuladas) con su respectivo tratamiento y se revisaban los tubérculos constantemente cada semana, para monitorear el estado fitosanitario y de brotación de los mismos. (Véase Figura 3)

Se decidió aplicar VITAVAX 300 (CARBOXIN más CAPTAN) + BENLATE (BENOMIL) en dosis de 2 gramos de la mezcla de los productos, por cada bolsa de tubérculos tratados, para prevenir problemas fungosos que pudieron causar daño al material utilizado en los ensayos.

**Figura 3. Tubérculos brotados, después de haber sido tratados mediante termoterapia seca**



## **2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL**

**2.8.1 Ensayo uno.** Se trabajó con un diseño de bloques al azar, empleando siete tratamientos incluyendo un testigo y tres repeticiones.

Los tratamientos utilizados equivalen a diferentes períodos de exposición a la termoterapia seca de *tubérculos recién cosechados* y manteniendo una temperatura constante en el tiempo.

T	=	Testigo no se aplicó ningún tratamiento térmico.
T1	=	Temperatura 38°C durante 3 semanas
T2	=	Temperatura 38°C durante 4 semanas
T3	=	Temperatura 38°C durante 5 semanas
T4	=	Temperatura 38°C durante 6 semanas
T5	=	Temperatura 38°C durante 7 semanas
T6	=	Temperatura 38°C durante 8 semanas

**2.8.2 Ensayo dos.** Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos incluyendo un testigo y 3 repeticiones. Los tratamientos descritos corresponden a diferente tiempo de exposición (en semanas) mediante termoterapia seca para *tubérculos en inicio de brotación*. Manejando una temperatura constante.

T	=	Testigo no se empleó ningún tratamiento térmico
T1	=	Temperatura 38°C durante 1 semanas
T2	=	Temperatura 38°C durante 2 semanas
T3	=	Temperatura 38°C durante 3 semanas

## 2.9 VARIABLES DE EVALUACIÓN

**2.9.1 Porcentaje de brotación presembrado.** Se refiere al número de tubérculos que lograron pronunciar sus yemas sin ningún problema y se expresó en porcentaje.

Se evaluó cada 7 días a partir del momento en que los tubérculos salieron de la estufa hasta una semana antes de siembra.

Esta variable no se evaluó para el ensayo dos porque se trabajó con tubérculos brotados.

**2.9.2 Porcentaje de emergencia.** Hace referencia al número de plantas que emergieron después de la siembra en campo; se evaluó a los 30, 45 y 60 días después de realizada la siembra.

**2.9.3 Número de tallos por planta.** Esta variable se evaluó a los 30, 45 y 60 días después de haber sido sembrados los tratamientos en campo.

**2.9.4 Porcentaje de incidencia.** Corresponde a un porcentaje poblacional de plantas afectadas por el virus de amarillamiento de venas (PYVV); se midió

directamente en el campo mediante sintomatología visual cada 15 días durante todo el período de cultivo de los tratamientos, utilizando la fórmula:

$$I = \frac{NPA}{NPS} \times 100 \text{ donde,}$$

I = Incidencia en porcentaje  
NPA = Número de plantas afectadas  
NPS = Número total de plantas<sup>49</sup>

**2.9.5 Producción.** Esta variable, equivale a la cantidad de tubérculos obtenidos por unidad de área expresada en Tn/ha.

## 2.10 SIEMBRA

Se realizó en el Centro de Investigaciones Agrobiológicas (CIAB - Botana), de la Universidad de Nariño, el cual presenta un clima frío, con temperatura promedio anual de 13°C, generando condiciones ambientales poco propicias para el desarrollo y multiplicación de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) vector del virus estudiado, al respecto Salazar<sup>50</sup> argumenta que las condiciones ambientales juegan un papel importante en los procesos de colonización y diseminación de problemas virales debido a que en las zonas más bajas y con temperatura superior a 15°C, la población y movilidad de los vectores es mucho más alta, mientras en zonas altas con temperaturas promedio de 5 y 13°C se tienen condiciones favorables, para la producción de semillas.

## 2.11 DISTRIBUCIÓN EN CAMPO ENSAYO UNO

Se estableció en un lote de 12 metros de ancho x 33 metros de largo, para un área experimental de 396 m<sup>2</sup>, empleando una distancia de 1,3 metros entre surco y 0,5 metros entre planta, para un total de 23 surcos.

- En cada surco se sembraron 20 tubérculos correspondientes a cada uno de los tratamientos efectuados, (1 tubérculo por sitio), tal como lo muestra la Figura 4.

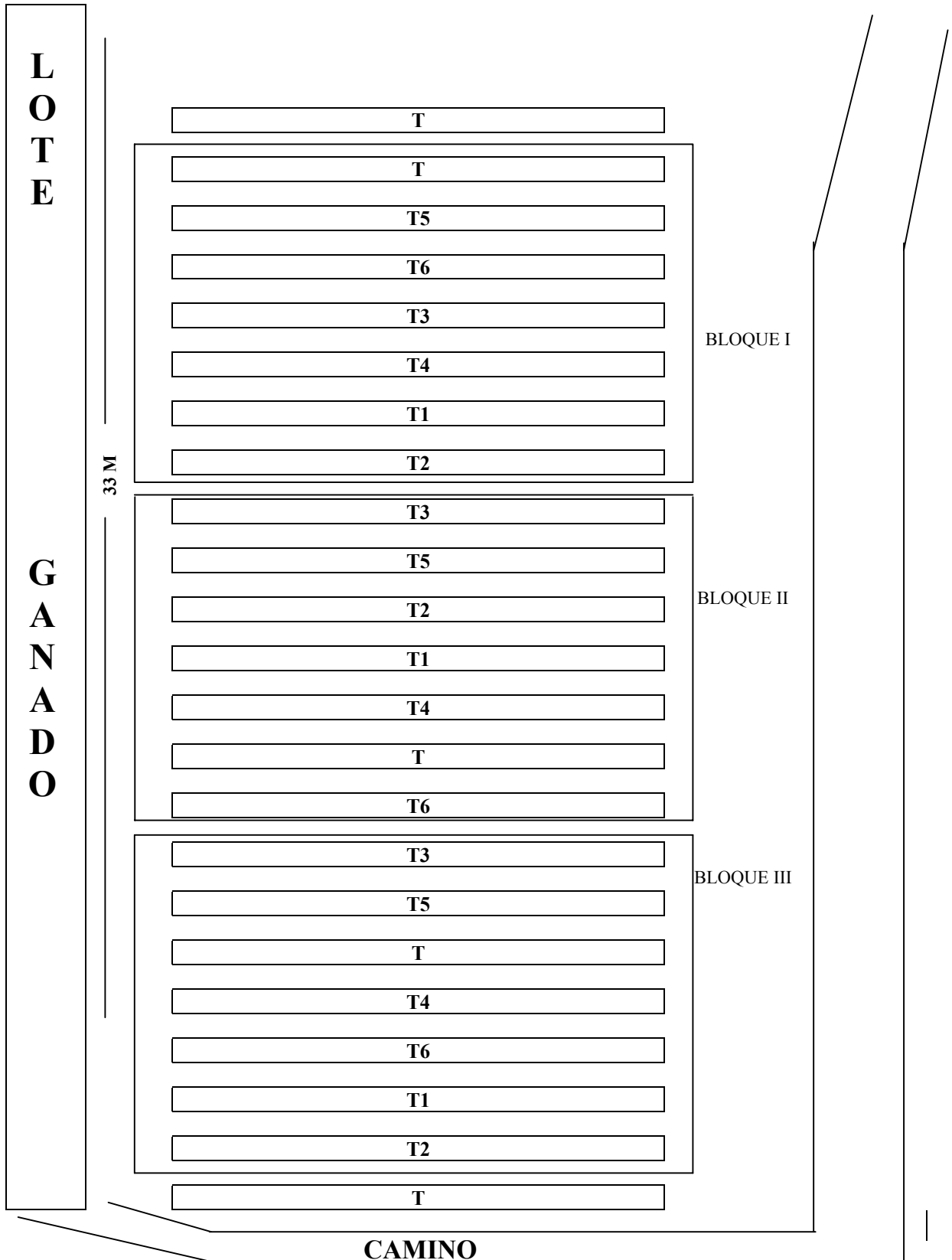
---

<sup>49</sup> BERGER, R.D. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. Annu. Rev. Phytopathology. Ohio. (12, febrero,1997). p.15, 165 – 183.

<sup>50</sup> SALAZAR, Op., cit. p. 214 - 216.

Figura 4. Mapa ensayo 1

12 M.



T = Testigo no se aplicó ningún tratamiento térmico.

T1 = Temperatura 38°C durante 3 semanas

T2 = Temperatura 38°C durante 4 semanas

T3 = Temperatura 38°C durante 5 semanas

T4 = Temperatura 38°C durante 6 semanas

T5 = Temperatura 38°C durante 7 semanas

T6 = Temperatura 38°C durante 8 semanas

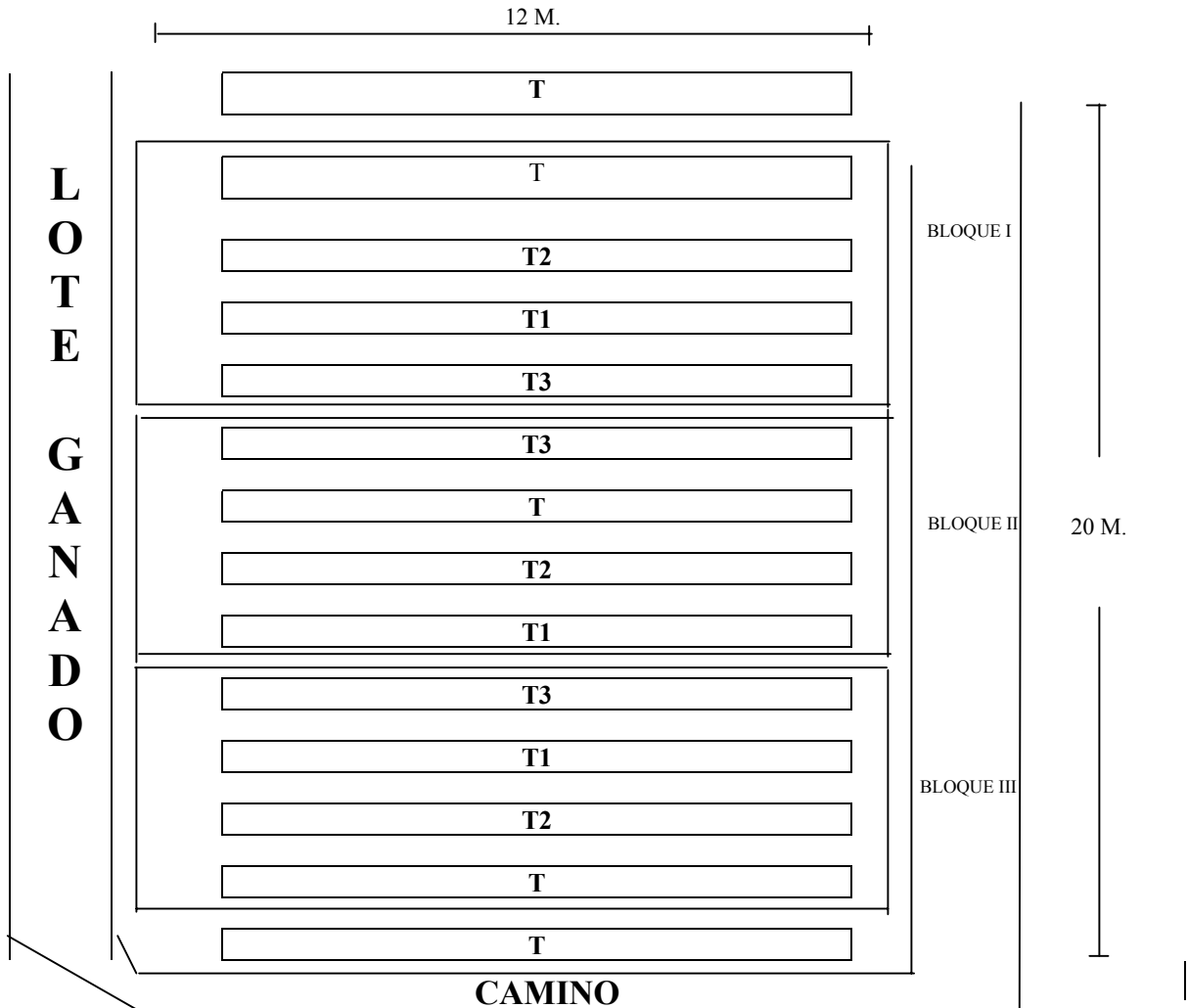
## 2.12 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO ENSAYO DOS

Se tomó el mismo terreno del ensayo anterior, ocupando un lote de 20 metros de largo por 12 metros de ancho para un área experimental total de 240 m<sup>2</sup>, para un número total de 14 surcos.

Utilizando una distancia de 1.3 metros entre surco y 0.50 metros entre planta. (1 tubérculo por sitio).

En cada surco se sembró 20 tubérculos correspondientes a cada tratamiento, tal como lo muestra la Figura 5.

**Figura 5. Mapa ensayo 2**



T = Testigo no se aplicó ningún tratamiento térmico.  
T1 = temperatura 38°C durante 1 semanas  
T2 = Temperatura 38°C durante 2 semanas  
T3 = Temperatura 38°C durante 3 semanas

## 2.13 LABORES CULTURALES

- **Preparación del terreno.** Se realizó una aspersión del herbicida ROUNDUP (GLIFOSATO) en dosis de 2.5 litros / Ha para el control general de malezas antes de la siembra, posteriormente a los 30 días, se prepararon los surcos con una profundidad de 20 cm, utilizando herramientas manuales (azadón y pala ).
- **Fertilización.** Se aplicó (400 kg/Ha) del abono compuesto 10 – 30 – 10 más Agrimins (25 kg/Ha) al momento de la siembra e incorporado al fondo del surco, 45 días después se realizó un reabone, utilizando la mitad de la dosis antes mencionada, posteriormente a los 60 días se realizó un aporque.
- **Manejo de plagas y enfermedades.** Cada 8 - 15 días, fue necesario la aplicación de la mezcla de KARATE EC (LAMDA - CIHALOTRINA) más DITHANE M-45 (MANCOZEB) en dosis de 0.5 litros /Ha y 500 gr/Ha respectivamente. En el ensayo uno se presentó gota (*Phytophthora infenstans*) la cual se controló con dos aplicaciones de RHODAX 70 WP (FOSETIL ALUMINIO + MANCOZEB) en dosis de 3 kg/Ha.
- **Riego.** El ensayo dos se realizó en época de baja precipitación, lo que se hizo necesario aplicar riego principalmente los primeros 30 días después de establecido el cultivo.

## 2.14 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos para todas las variables fueron evaluados por análisis de varianza y comparación de medias por prueba de Tukey. De igual manera, para los dos experimentos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL

El examen de microscopía electrónica indicó que todas las muestras foliares enviada, con síntomas de amarillamiento de venas, revelaron la presencia de partículas virales flexuosas con una longitud de 900 nm.; con características similares a Closterovirus, tal como lo muestra la Figura 6.

**Figura 6. Partículas virales (PYVV) presentes en plantas de papa variedad ICA – Nariño**



**Fuente:** Arroyave, J. CIAT 2002. Unidad de Virología (CIAT ) Palmira –Valle.

Esta partícula viral es similar a la reportada en trabajos llevados a cabo por Salazar L, F. et al, quienes lograron purificar viriones de (PYVV), y describen este virus como una partícula flexuosa, larga con una longitud superior a 200 nm.; con una molécula central de (RNA) y clasificados dentro del grupo de los Closterovirus<sup>51</sup>.

Esto permite afirmar que la sintomatología descrita inicialmente corresponde al virus de amarillamiento de venas y que ésta se convierte en una herramienta rápida de diagnóstico en campo, cuando no se tiene otra forma de identificación viral más

---

<sup>51</sup> SALAZAR, L. F. et al., Potato Yellow Vein Virus: its Host Range Distribution in South América and Identification as a Closterovirus Transmitted by *Trialeurodes vaporariorum* In: Appl boil 137. Great Britain. (25, Mayo, 2000). p.7 – 19.

avanzada y precisa como microscopía electrónica o la hibridación de ácidos nucleicos conocida como “NASH”.

### 3.2 DIAGNÓSTICO POSTERIOR A TERMOTERAPIA POR HIBRIDACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS

En el primer ensayo de 150 muestras foliares enviadas al Centro Internacional de la Papa (CIP) en Lima Perú, para que se les practique esta prueba, 100 correspondientes a testigos y 50 al tratamiento T1 (38°C 3 semanas), se encontró que 90 muestras tomadas de las plantas testigo fueron positivas y en consecuencia las partículas virales flexuosas, similares a los closterovirus revelados mediante microscopía electrónica correspondían al virus de amarillamiento de venas (PYVV). Y de las 50 muestras correspondientes al tratamiento térmico T1 ninguna resultó positiva.

Con estos resultados se puede confirmar que la termoterapia tiene un efecto en la inactivación, disminución en su concentración o destrucción total del virus como ocurrió en este caso.

Para el ensayo dos, únicamente se realizó el diagnóstico mediante sintomatología visual en campo debido a que con certeza en el ensayo anterior, se había logrado comprobar que estos síntomas correspondían a la enfermedad causada por el virus estudiado.

### 3.3 PORCENTAJE DE BROTAÇÃO PRESIEMBRA

En el cuadro 2, se observan los resultados correspondientes a esta variable indicando que cuando se trató tubérculos *recién cosechados*, los mejores resultados se obtuvieron con los tubérculos testigo cuya brotación fue del 100%.

**Cuadro 2. Porcentaje de brotación de tubérculos tratados y testigos**

TIEMPO DE TRATAMIENTO EN SEMANAS							
Tratamiento	3	4	5	6	7	8	Testigo
%	98.3	4	6	1.66	0.66	0.33	100

Al realizar el análisis de varianza se encontró que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos, lo que indica con un 99% de confianza que la temperatura afecta el porcentaje de brotación.

En la prueba de comparación de medias por Tukey, se obtuvo diferencias altamente significativas entre T (testigo) comparado con T2, T3, T4, T5 y T6, pero no se encontraron diferencias entre T el (testigo) y T1.

Así es probable que 3 semanas de tiempo de exposición a termoterapia seca, que soportaron los tubérculos recién cosechados durante 38°C sea un tratamiento aconsejable porque, cuando se sometieron los tubérculos a períodos más prolongados de tiempo se presentaron cambios fisiológicos que perjudicaron y deterioraron la emisión de brotes.

En la Figura 7 se puede observar daños en los tubérculos que permanecieron entre cuatro y ocho semanas en la estufa sufrieron mayor daño del tejido meristemático, posible daño celular por plasmolisis y necrosamiento de tejidos, indicando que los tratamientos térmicos por largos tiempos de exposición afectan considerablemente esta variable, convirtiéndose en la principal limitante desde que se comenzó a utilizar la termoterapia<sup>52</sup>.

Este trabajo concuerda con los primeros ensayos realizados por Kassanis, cuando trató tubérculos de papa 35°C, tuvo éxito con tratamientos que oscilaron entre 10 – 20 días, pero los tubérculos se volvieron inviables cuando sobrepaso los 25 días<sup>53</sup>.

**Figura 7. Daños causados en tubérculos recién cosechados tratados por más de tres semanas mediante termoterapia seca**

---

<sup>52</sup> QUAK, Op. cit., p. 160 - 166.

<sup>53</sup> KASSANIS, Op. cit., p. 339 – 341.

Cuando se quiera aplicar termoterapia en forma similar a la realizada en esta investigación se debe manejar con mucho cuidado y precisión el período de exposición, ya que de esto depende la eliminación y/o inactivación de partículas virales pero si se sobrepasa puede conducir a una pérdida total de emisión brotes, afectando la viabilidad de los órganos reproductivos.

### 3.4 PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN CAMPO

**Cuadro 3. Evaluación de emergencia en campo**

PORCENTAJE DE PLANTAS EMERGIDAS							
TIEMPO DE TRATAMIENTO EN SEMANAS							
Tratamiento	3	4	5	6	7	8	Testigo
%	98.3	0	0	0	0	0	100

En el primer ensayo donde se trataron tubérculos *recién cosechados*, solamente lograron emerger las plantas correspondientes a T 100% y T1 98.3% los demás tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 obtuvieron 0% de emergencia, es decir los pocos brotes que alcanzaron a producirse no tuvieron el vigor suficiente para iniciar el proceso de emergencia en condiciones de campo. (Véase Cuadro 3)

El análisis de varianza mostró que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos y mediante el comparador de medias Tukey, se encontró que el T (testigo) y T1 muestran diferencias altamente significativas con todos los demás tratamientos, lo cual sugiere que la aplicación de temperatura de 38°C durante 3 semanas con *tubérculos recién cosechados* puede adoptarse sin que haya implicaciones económicas por pérdida de emergencia. Los resultados de este ensayo concuerdan con los de Merlín, quien realizó un experimento de termoterapia, con tubérculos colectados e inmediatamente tratados (sin brotar), para la eliminación de virus X (PVX), con 6 variedades de papa en México, tratadas a temperaturas entre 37 – 40°C observó una tolerancia a la temperatura en 4 de ellas, las demás no lograron germinar por que presentaban una susceptibilidad negativa a la temperatura<sup>54</sup>.

En el Ensayo Dos *con tubérculos en inicio de brotación* se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos al realizar el análisis de varianza, lo cual muestra que la emergencia en campo se encuentra influenciada por la temperatura y el tiempo de exposición a la misma. (Véase Cuadro 4)

<sup>54</sup> MERLÍN. LARA: Thermotherapy and Tissue Cultivo for Elimination of Potato Virus X (PVX) in Mexican Potato Cultivars Resistant to late Blight “Amer, Pot Jorn. México, 1984. p. 61:735 – 739.

#### Cuadro 4. Evaluación de emergencia en campo

PORCENTAJE DE PLANTAS EMERGIDAS				
TIEMPO DE TRATAMIENTO EN SEMANAS				
Tratamiento	1	2	3	Testigo
%	63.33	39.43	6.66	100

Comparando estadísticamente mediante la prueba de Tukey se encontró que el Testigo presenta diferencias altamente significativas respecto a T3 y diferencias significativas con T2 y diferencias no significativas con T1.

**Figura 8. Panorámica de emergencia obtenida en el Ensayo Dos con termoterapia utilizando tubérculos en inicio de brotación**



Así es probable que se pueda aplicar termoterapia con tubérculos en inicio de brotación, manteniendo una temperatura de 38°C, por un tiempo de 1 semana, sin que se afecte en forma drástica la emergencia en campo.

La variedad ICA Nariño se ve afectada por los tratamientos térmicos, mostrando una baja emergencia tal como lo muestra la Figura 8 en consecuencia es necesario buscar alternativas de inducción de tolerancia a calor, la cual se puede lograr aplicando termoterapia con incrementos progresivos de temperatura 3 – 5°C cada 3 – 5 días, hasta alcanzar la temperatura del tratamiento. De igual manera, evitar el

uso de tubérculos provenientes de pisos térmicos fríos, con baja temperatura y días cortos porque generalmente son poco tolerantes a tratamientos con calor<sup>55</sup>. Esta variable, fue la que más seriamente se vio afectada en los dos ensayos de termoterapia efectuados, seguramente porque los tubérculos fueron sometidos a altas temperaturas y estos órganos están compuestos únicamente por un 20 – 25% de materia seca y el 75 – 80% es agua<sup>56</sup>, la cual se evapora con facilidad, sufriendo un proceso de deshidratación perdiendo muchas reservas nutricionales y además se produce un daño directo por efecto del calor en las yemas de crecimiento apical y brotes presentes en estos órganos.

### 3.5 NÚMERO DE TALLOS

En el Cuadro 5, se observan los resultados correspondientes a esta variable indicando que cuando se trató *tubérculos recién cosechados*, se encontró que el mayor número de tallos se obtuvo con T1 3,46 tallos por planta, seguido por el testigo T 2,47 tallos por planta; en los demás tratamientos no fue posible evaluar esta variable debido a la no emergencia de los mismos.

**Cuadro 5. Evaluación de número de tallos 30, 45 y 60 días después de emergencia en campo**

TIEMPO DE TRATAMIENTO EN SEMANAS							
TRATAMIENTO	3	4	5	6	7	8	Testigo
Número de tallos	3.46	-	-	-	-	-	2.47

Realizando el análisis de varianza correspondiente se encontró que existen diferencias altamente significativas entre estos dos tratamientos, con el comparador de medias por Tukey, se encontró que T1 presenta diferencias significativas respecto al testigo.

Este ensayo con tubérculos recién cosechados mostró que el tratamiento T1 dio origen a plantas vigorosas, sin perjudicar las características fenotípicas de esta variedad como son, porte bajo, tallos de color verde oscuro, flores escasas de color morado, rojizo o lila<sup>57</sup>. El mayor número de tallos frente al testigo seguramente ocurrió por que en este ensayo T1 fue el período más corto de exposición y los tubérculos sufrieron menor daño por deshidratación y pérdida de reservas nutricionales.

<sup>55</sup> MARTÍNEZ Y AGUIRRE Op. Cit., p. 1351 – 1366.

<sup>56</sup> MORENO, J. Variedades de Papa Cultivadas en Colombia. CORPOICA. Manual Técnico Regional Uno – Tibaitatá, Noviembre de 2000. p. 50 – 75.

<sup>57</sup> Ibid.

Por otro lado, posiblemente al disminuir o inactivar la presencia de partículas virales se activo positivamente el metabolismo de la planta mejorando su desarrollo lo cual conlleva a incrementar el número de brotes que dan origen a los tallos.

- Ensayo Dos: con *tubérculos en inicio de brotación*, contrario al primer experimento, el testigo T obtuvo el mejor comportamiento, con un promedio de 4.22 tallos/planta seguido por T1 3,96 tallos / planta; T2 3,13 tallos / planta y T3 2 tallos / planta. (Véase Cuadro 6)

**Cuadro 6. Evaluación de número de tallos 30 a 45 y 60 días después de emergencia en campo**

TIEMPO DE TRATAMIENTO EN SEMANAS				
TRATAMIENTO	1	2	3	Testigo
Número de tallos	3.96	3.13	2	4.22

Estadísticamente el análisis de varianza mostró que no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. En este experimento el mayor número de tallos obtenido por las plantas testigo seguramente ocurrió, porque los tubérculos en inicio de brotación sometidos a termoterapia, presentaban brotes demasiado pequeños con un tamaño en promedio entre 1 y 5 mm. los cuales se mostraron susceptibles a los tratamientos térmicos realizados.

Tomando como referencia a Martínez quien realizó una investigación sometiendo tubérculos con diferentes tamaños de brotes y que los mejores resultados fueron obtenidos con brotes de 5 cm de altura, cuando poseían una altura superior o inferior los brotes murieron igualmente por deshidratación, en consecuencia se puede sugerir que para tener éxito en aplicación de termoterapia los tubérculos deben poseer brotes con un tamaño entre 1 y 5 cm<sup>58</sup>. Con lo cual se puede afirmar que el tamaño entre 1 y 5 mm incidió en lo negativo del experimento.

Al observar estos brotes al microscopio óptico estos se mostraban secos y completamente deshidratados, como consecuencia de los tratamientos de temperatura efectuados en este ensayo. Descartando otros factores que hubieran influido negativamente en la emisión de tallos.

Para Rowe, el primer estado fenológico, en el cual se da el crecimiento de los brotes se encuentra relacionado con las reservas de la semilla presentes en los tubérculos, en este ensayo los tratamientos con calor generaron en los tubérculos una pérdida

<sup>58</sup> MARTÍNEZ, Op. cit., p. 345 - 347.

excesiva de agua y reservas nutricionales, lo cual conllevó a reducir el número de tallos<sup>59</sup>.

De igual forma, que en el Ensayo Uno las plantas que lograron germinar en campo, presentan las características originales de la variedad ICA Nariño descrita anteriormente.

### 3.6 PORCENTAJE DE INCIDENCIA

- Ensayo Uno con tubérculos *recién cosechados* la mayor incidencia se obtuvo con las plantas testigo las cuales presentaron un 50% de incidencia del virus estudiado, seguido por T1 con un 6.75% el cual fue calculado visualmente y cuyos síntomas habían indicado previamente que se trataba del virus estudiado, mediante prueba de microscopía electrónica del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Sede Palmira (V) Colombia. (Véase Cuadro 7 y Figura 9)

**Cuadro 7. Incidencia de amarillamiento de venas (PYVV) evaluada por sintomatología visual**

PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE AMARILLAMIENTO DE VENAS			
TRATAMIENTO	UN MES	DOS MESES	TRES MESES
38°C TRES SEM	0	5	6.75
TESTIGO	15	37	50

**Figura 9. Incidencia de (PYVV) entre los testigos y el tratamiento a 38°C durante tres semanas en el ensayo realizado con tubérculos recién cosechados**

<sup>59</sup> ROWE, C. R. What is a Healthy Potato Plant? Edited by Randall. In: Potato Health Management. Department of plant Pathology. Ohio State University Wooster. 1993. p. 4 – 7.

Debido a que los síntomas no eran constantes y se enmascaraban en un lapso de tiempo muy corto inferior a cinco días y luego aparecían repentinamente se decidió señalar las plantas afectadas con la ayuda de una cinta rotulada en el tallo para evitar confusiones.

Al realizar análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas entre el tratamiento T1 y T plantas testigo. Ejecutando el comparador de Tukey el tratamiento T1 reveló diferencias altamente significativas comparado con T plantas testigo.

Se logró una inactivación y/o eliminación de (PYVV) pasando de un 50% incidencia presente en las plantas testigo a un 6.75% después de haber permanecido durante 3 semanas a una temperatura de 38°C.

Los virus por ser microorganismos compuestos, por un material genético protegido por una cubierta de proteínas, es posible que cuando son expuestos a tratamientos de calor, sufren una desnaturalización en su composición proteica, lo cual hace que estas partículas no puedan autoduplicarse inactivándose por completo, pero cuando la temperatura es más alta estos virus son destruidos en su totalidad.

- Ensayo Dos, con *tubérculos en inicio de brotación*, se encontró que el testigo obtuvo una incidencia de 86.65%, seguido por T1, 4.99% y para T2 y T3, la incidencia fue de 0% previa comprobación de síntomas mediante microscopía electrónica<sup>60</sup>. (Véase Cuadro 8 y Figura 10)

**Cuadro 8. Porcentaje de incidencia de amarillamiento de venas evaluado por síntomas en campo**

PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE AMARILLAMIENTO DE VENAS				
TRATAMIENTO		UN MES	DOS MESES	TRES MESES
38°C	1 SEM	0	4	4.99
	2 SEM	0	0	0
	3 SEM	0	0	0
TESTIGO		12	63	86.65

<sup>60</sup> HOLLINGS, Op. Cit., p. 339 – 341.

**Figura 10. Comportamiento de la incidencia del virus (PYVV) presente en plantas procedentes de tubérculos no tratados (plantas testigo) en ensayo realizado con tubérculos**



Llevando a cabo el análisis de varianza se presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos térmicos efectuados. Mediante prueba de Tukey se encontró que el testigo presenta diferencias altamente significativas respecto a los demás tratamientos.

En estos dos ensayos la eficacia de la termoterapia en la inactivación del virus estudiado se observa por un margen muy alto hecho que ocurrió debido a que los virus son microorganismos que mantienen recubierto su material genético, por una cubierta de proteína o lipoproteína, la cual por efecto del calor sufre un proceso de desnaturalización o destrucción total de la misma, conllevando a que la partícula viral se inactive o sea destruida en su totalidad<sup>61</sup>, convirtiendo esta técnica en un método eficaz de eliminación de problemas virales, teniendo como principal inconveniente los largos tratamientos propuestos para tal fin, hacen que se disminuya considerablemente la emergencia en campo.

### **3.7 PRODUCCIÓN**

- Los resultados de esta variable cuando se sometieron tubérculos *recién cosechados*, indican que la mayor producción se obtuvo con T1 28.2 Tn/Ha superando al testigo que llegó a producir 17.3 Tn/Ha. (Véase Cuadro 9).

---

<sup>61</sup> MARTÍNEZ, Op., cit.

**Cuadro 9. Evaluación de la producción obtenida mediante el uso de termoterapia seca aplicada a tubérculos recién cosechados**

PRODUCCIÓN EN TONELADA/HECTAREA DE TUBÉRCULOS TRATADOS Y TESTIGOS	
38°C TRES SEMANAS	28.24
TESTIGO	17.3

Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, al realizar el análisis de varianza; y mediante el comparador de medias por Tukey se encontró que el T1 presenta diferencias altamente significativas respecto al testigo.

Los tubérculos obtenidos de plantas tratadas mediante termoterapia, conservan las características originales de la variedad Ica Nariño (Véase Figura 11), las cuales son: Tubérculos grandes superiores a 100 grs., de forma alargada u oblonga y plana, ojos de profundidad superficial a media, color de piel roja y lisa<sup>62</sup>.

**Figura 11. Apariencia de tubérculos, variedad ICA Nariño obtenidos, mediante el tratamiento térmico en seco, seco, durante tres semanas a 38°C**



Estos resultados muestran que cuando se aplicó termoterapia durante tres semanas a temperatura 38°C no se afecta la viabilidad y se obtiene una mayor producción; en este caso el T1 logró superar al testigo en 10.9 Tn/Ha. la mayor producción seguramente ocurrió debido a que el tratamiento térmico T<sub>1</sub> logró disminuir la concentración de (PYVV), sin afectar las características productivas de la planta .

---

<sup>62</sup> MORENO. Op., cit.

Cuando se realizó termoterapia con tubérculos en *inicio de brotación*, se encontró que el T1 fue el que logró una mayor producción equivalente a 8.16 Tn/Ha seguido por el testigo 5.58 Tn/Ha, 52. T2 5.51 Tn/Ha y T3 1 Tn/Ha.

**Cuadro 10. Evaluación de la producción obtenida mediante la técnica de termoterapia seca aplicada a tubérculos en inicio de brotación**

PRODUCCIÓN EN TONELADA/HECTÁREA DE TUBÉRCULOS TRATADOS Y TESTIGOS				
TIEMPO DE TRATAMIENTO EN SEMANAS				
TRATAMIENTO	1	2	3	TESTIGO
PRODUCCIÓN TON/HA	8.16	5.10	1.0	5.58

Al realizar el análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos y mediante prueba de medias por Tukey; T1 presentó diferencias altamente significativas respecto a los demás tratamientos incluyendo el testigo.

La disminución de los rendimientos en plantas testigo, seguramente se debe a que los virus hacen que se disminuya la fotosíntesis de la planta al reducir el nivel de clorofila por hoja, bloqueando totalmente las funciones metabólicas de la planta, porque la célula hospedante se ve obligada a producir réplicas de sí mismo<sup>63</sup>; contrario a lo que sucede en plantas tratadas mediante termoterapia las cuales, con un metabolismo funcionando normalmente se encargan de producir fotosintatos, los cuales son aprovechados para lograr una buena producción.

Con estos resultados se confirma que las plantas sanas producen más que las afectadas por (PYVV) los datos concuerdan con trabajos realizados por Miranda, Ojeda y Vega<sup>64</sup>. Los cuales concluyen que este virus ocasiona pérdidas entre un 51.8% y 62.1%<sup>65</sup>.

En general se demostró que la termoterapia, es un método eficaz en la inactivación o eliminación de problemas virales, el mejor tratamiento comparando los dos ensayos realizados fue el de 38°C, durante tres semanas utilizando *tubérculos recién cosechados* con el cual se logró una producción de 28.24 Ton/Ha., este rendimiento se encuentra dentro de la producción normal de esta variedad que oscila entre 25 – 30 Ton/Ha., manteniendo buenas condiciones de cultivo<sup>66</sup>.

<sup>63</sup> AGRIOS, G.N. Op., cit. p. 666

<sup>64</sup> VEGA, J. Op., cit. p. 47.

<sup>65</sup> MIRANDA, A. y OJEDA, A. Identificación de Insectos Vectores del Agente Causal del Amarillamiento de Venas en Papa (PYVV) (*Solanum Tuberosum* L.), y su Efecto en los Rendimientos de la Variedad ICA – Nariño, en el C.I. Obonuco, Pasto – Colombia. 1990. 12 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño. Facultad de Agronomía.

<sup>66</sup> MORENO. Op., cit.

#### 4. CONCLUSIONES

- El mejor tratamiento fue cuando se sometieron **tubérculos recién cosechados** a 38°C durante tres semanas, logrando una emergencia de 98.3% y una producción de 28.24 Ton/Ha.
- Las plantas procedentes de tubérculos tratados mediante termoterapia que lograron emerger en campo, en los dos ensayos dio origen a plantas vigorosas, sin perjudicar las características fenotípicas de la variedad en estudio.
- La termoterapia efectuada con **tubérculos recién cosechados** afectó la emergencia, logrando éxito únicamente con T1, el cual obtuvo un 98.3% de emergencia; con **tubérculos en inicio** tratados a 38° C, durante 1, 2 y 3 semanas, se obtuvo un 100%, 63.33% y 39.43% de emergencia en campo respectivamente, indicando que esta variable se vio afectada drásticamente en los dos ensayos.
- La incidencia del virus de amarillamiento de venas (PYVV) llegó a 6.75%, cuando se realizo termoterapia con **tubérculos recién cosechados** y hasta el 0% cuando se trataron **tubérculos en inicio de brotación** durante 2 y 3 semanas, mostrando la eficacia de la termoterapia en la inactivación del virus estudiado.
- La termoterapia a 38° C efectuada **tubérculos recién cosechados** permitió incrementar la producción en un 40% comparando el tratamiento T1 respecto al testigo y en el segundo ensayo con tubérculos en inicio de brotación, el tratamiento T1 logró superar hasta en 31.7% al testigo, eliminando el problema viral en los dos ensayos realizados.

## 5. RECOMENDACIONES

- Evaluar a nivel de campo la incidencia de virus de amarillamiento de venas, el rendimiento y la producción del material obtenido, principalmente el tratamiento 38°C durante tres semanas con *tubérculos recién cosechados* con el que se obtuvo la máxima producción, para determinar si el efecto es duradero
- Experimentar el efecto de la termoterapia con otras temperaturas y variedades de manera que se puedan tener diferentes resultados comparativos que permitan una fácil adopción en campo.
- Comparar la producción de cultivos procedentes de semilla certificada, con plantas tratadas mediante técnicas de termoterapia y semilla del agricultor, para verificar las bondades de la técnica.

## BIBLIOGRAFÍA

AGRIOS, G. N. Fitopatología. México: Limusa, 1996. p. 693 - 837.

ALBA, J. El Amarrillamiento de las Venas de la Papa, una Enfermedad Causada por Virus. Medellín. 1952. p. 40. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional. Facultad de Agronomía.

BAGNALL, R. H.; SALAZAR, L. F. ORTEGA, M, Daniels J. Differential host and Serological Relation Ships of Potato Virus M, potato Virus S and Carnation latent Virus. Phytopathology. Lima:Perú. 1984. 49: 435 – 442 p.

BERGER, R.D. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. Annu. Rev. Phytopathology. Ohio. (12, febrero,1997). p.15, 165 – 183.

BURBANO, H. Futuro del Sector Papero en Nariño. Pasto:Comité Interinstitucional de la Papa en Nariño, 1999, p. 60.

GARCÍA J., S.; VARGAS C., E.,; ESCOBAR J., J.; BETANCOURTH V. M.; CASTRILLON J. M; MARULANDA A. A; y MARTÍNEZ L. G. Identificación del Virus Moteado de la Papa Andina (Andean Potato Mottle Commovirus, APMoV), (Andean potato latent tymovirus, APLV), en los Departamentos de Caldas y Tolima. En: Memorias XIX Congreso Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines. San Juan de Pasto. 1998. 65 p.

HARRISON, B. D. Potato Leafroll Virus. Surrey, Inglaterra. ADAI. 1984, APPI. Biol. No. 291. p. 80 – 85.

\_\_\_\_\_. Potato mop – top Virus In description of plant viruses. Comm Mycol Inst., ASS. Biol No. 138 Kew, Surrey, Inglaterra. 1974. p. 4.

HERNÁNDEZ, et al., Uso de la Alternancia de Temperatura para el Saneamiento del Virus X de la Papa. Centro Agrícola Universidad Central de las Villas. Quito: Ecuador. 1995. Vol. 22 (2). p. 68 – 71.

HINOSTROZA, A.M. Isolation of Infectious Ribonucleicacid from Leaves of *Chenopodium quinoa* Infected with Potato Virus S. Pytopath. Gent: Bélgica. Z 76. 1973. p. 149 – 152.

HOLLINGS, M. Disease Control Through virus – Free Tock Ind: Annual Review Phy to Pathology. Vol. 3 (1965); p. 367 - 396.

HOOKER, W. J. Compendio de Enfermedades de la Papa. Lima: Centro Internacional de la papa. 1980. p. 164 - 166.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Reporte Técnico Estación Meteorológica Botana. Pasto, Nariño 2001. 1 p.

JONES, R.A.C. Test for Transmission of four Potato Viruses Throught Potato True Seed. Surrey Inglaterra: Ann Appl. Biol. 100: 1982. p. 315 – 320.

KASSANIS, B. Heat Inactivation of Leafrooll Virus in Potato Tubers, In: Annual Applied Biology. Vol. 37 (1950); p. 339 – 341.

LISTER, J. y BAR, J. Plant Virus Groups Infecting Angiosperms, Londres.1981. p. 42 – 45.

MARTÍNEZ G., Enfermedades Causadas por Virus en el Cultivo de la Papa. En: Manual de la Papa. No. 130. Pasto (25, Septiembre,1982). p. 6 – 73.

\_\_\_\_\_. Los Virus de la Papa en Colombia. En: Instituto Colombiano Agropecuario Reg 5. Programa Nacional de Fitopatología. Reunión bianual. Palmira. (20, Marzo, 1968). p. 45 – 46.

\_\_\_\_\_. Desarrollo y Adaptación de las Técnicas de Termoterapia y Cultivo de Tejidos para la Limpieza de Virus de las Variedades Colombianas de Papa. Caldas, 1986. p. 131. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía.

MARTÍNEZ, G y AGUIRRE, A. Obtención de Plantas Sanas de Papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Salentula a través de las Técnicas de Termoterapia y Cultivo de Meristemos *invitro*. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía. Medellín Vol. No. 1 – 2 (2001). p. 1351 – 1366.

MERLÍN. LARA: Thermotherapy and Tissue Cultivo for Elimination of Potato Virus X (PVX) in Mexican Potato Cultivars Resistant to late Blight “Amer, Pot Jorn. 1984. p. 61:735 – 739.

MORENO, J. Variedades de Papa Cultivadas en Colombia. CORPOICA. Manual Técnico Regional Uno – Tibaitatá, Noviembre de 2000. p. 50 – 75.

MIRANDA, A. y OJEDA, A. Identificación de Insectos Vectores del Agente Causal del Amarillamiento de Venas en Papa (PYVV) (*Solanum Tuberosum* L.), y su Efecto en los Rendimientos de la Variedad ICA – Nariño, en el C.I. Obonuco, Pasto – Colombia. 1990. 12 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño. Facultad de Agronomía.

NARANJO, H. y ESTRELLA, D. Una técnica de Multiplicación Rápida de Papa. Quito (Ecuador). 1987. p.12.

NYLAND, G y GOHEEN, A. Heat therapy of Viruses of Potatoes Annual Review Phitopathology No. 7 (1969); p. 331 – 354.

QUAK, F. Review of Heat Treatment and Meristem Tipo Culture as Methods to Obtain Virus Breda:Holanda. Free Plants. Proc. 18 ht. Int. Congr. p. 3:12 – 25.

\_\_\_\_\_. Therapy In: Var der Want Viruses of Potatoes Seed – Potato Production. p. 158 – 166.

Red de Información de la Papa. Internet.[http/ www.redepapa.org.com/index.html](http://www.redepapa.org.com/index.html), 15 de mayo de 2002.

ROWE, C. R. What is a Healthy Potato Plant? Edited by Randall. In: Potato Health Management. Departament of plant Pathology. Ohio State University Wooster. 1993. p. 4 – 7.

SALAZAR, L. F. El Amarillamiento de las Venas de la Papa. En: Revista Papas Colombianas. Santafé de Bogotá. (20, Junio, 2000). p. 141 – 143.

\_\_\_\_\_. et al., Potato Yellow Vein Virus: its Host Range Distribution in South América and Identification as a Closterovirus Transmitted by *Trialeurodes vaporariorum* In: Appl boil 137. Great Britain. (25, Mayo, 2000). p.7 – 19.

\_\_\_\_\_. La Enfermedad del Amarillamiento de las Venas de la Papa: Evidencia de la Presencia de un Virus Inusual En: Agroenfoque No. 12. Lima (6, Octubre, 1997). p. 24 – 26.

\_\_\_\_\_. La Enfermedad del Amarillamiento de las Venas de la Papa: Evidencia de la Presencia de un Virus Inusual En: Agroenfoque No. 12. Lima (6, Octubre, 1997). p. 24 – 26.

\_\_\_\_\_. Los Virus de la Papa y su Control. Lima: Centro Internacional de la Papa. CIP, 1996. p. 214 - 216.

SALDARRIAGA, A; ALVAREZ, A.M. y JARAMILLO, J.E. Efecto del Amarillamiento de Venas Transmitido por (*Trialeurodes vaporariorum*.Westwod), en Papa. En: Revista Colombiana de Entomología. No. 14. Bogotá. (24, Noviembre, 1988). p. 3 – 8.

\_\_\_\_\_. Efecto del Amarillamiento de Venas Transmitido por (*Trialeurodes vaporariorum*.Westwod), en Papa. En: Revista Colombiana de Entomología. No. 14. Bogotá. (24, Noviembre, 1988). p. 3 – 8.

SCHENK, P. Application of Themotherapeutic Methods to Bulbs and Corm. Proceedings of the 18 th Internacional Horticultrual Congress, Volumen III. 1971.

VEGA, J. G. Transmisión Purificación y Caracterización del Agente Causal del Amarillamiento de Venas en Papa. Bogotá, 1970. p. 47. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional e Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

WETTER, C. Description of Plant viruses. Surrey, Inglaterra. 1971. APPI Biol. No. 60 (1971); 289 p.

ZAPATA, J. L. Manejo Integrado de las Enfermedades de la Papa. Boyacá En: Manual Técnico, Corpoica Regional Uno. (12, Noviembre,2000). p. 196.

\_\_\_\_\_. Manejo Integrado de las Enfermedades de la Papa. Boyacá En: Manual Técnico, Corpoica Regional Uno. (12, Noviembre,2000). p. 196.

**Anexo A. Ensayo Uno realizado con tubérculos recién cosechados**

**Andeva. Porcentaje de germinación obtenido, sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F -R</b>	<b>P -V</b>
<b>TRATAMIENTO</b>	6	40093.9	6682.32**	1971.83	0
BLOQUE	2	14.0	7	2.07	0.1695
ERROR	12	40.6667	3.38		
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>40148.6</b>			

C.V. 6.10%

**Andeva. Porcentaje de emergencia sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F -R</b>	<b>P -V</b>
<b>TRATAMIENTO</b>	6	42150	7025**	5901	0
BLOQUE	2	2.38095	1.19	1	0.3936
ERROR	12	14.2857	1019		
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>42166.6667</b>			

C.V. 3.85%

**Andeva. Número de tallos sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F -R</b>	<b>P -V</b>
<b>TRATAMIENTO</b>	6	39.25	6.54**	56.77	0
BLOQUE	2	0.29	0.14	1.27	0.3155
ERROR	12	1.38	0.11		
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>40.92</b>			

C.V. 40.37%

**Andeva. Incidencia sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F -R</b>	<b>P -V</b>
<b>TRATAMIENTO</b>	6	62.56.42	1042.74**	196.8	0
BLOQUE	2	2.26358	1.13179	0.21	0.8107
ERROR	12	635815	5.29846		
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>6322.26</b>			

C.V. 28.39%

**Andeva. Producción sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F -R</b>	<b>P -V</b>
<b>TRATAMIENTO</b>	6	2401.99	400.33**	79.92	0
BLOQUE	2	12.27	6.3 NS	1.22	0.32
ERROR	12	60.10	5.00		
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>2474.36</b>			

C.V. 34.38%

**Prueba de Tukey – Porcentaje de germinación sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

		<b>T6</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T</b>
		<b>0.33</b>	<b>0.66</b>	<b>1.66</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>98.3</b>	<b>100</b>
<b>T</b>	<b>100</b>	99.67**	99.34**	98.56**	96**	94**	1.67	-
<b>T1</b>	98.3	98**	97.67**	96.64**	94.33**	92.33**	-	-
<b>T2</b>	6	5.67*	5.34	4.34 NS	2 NS	-	-	-
<b>T3</b>	4	3.67 NS	3.34 NS	2.34 NS	-	-	-	-
<b>T4</b>	1.66	1.33 NS	1 NS	-	-	-	-	-
<b>T5</b>	0.66	0.33NS	-	-	-	-	-	-
<b>T6</b>	0.33	-	-	-	-	-	-	-

**Prueba de Tukey para emergencia sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

		<b>T6</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>98.3</b>	<b>100</b>
<b>T</b>	<b>100</b>	100**	100**	100**	100**	100**	1.67 NS	-
<b>T1</b>	98.3	98.33**	98.33**	98.33**	98.33**	98.33**	-	-
<b>T2</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T3</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T4</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T5</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T6</b>	0	-	-	-	-	-	-	-

**Prueba de Tukey para número de tallos sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

		<b>T6</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.47</b>	<b>3.46</b>
<b>T1</b>	<b>3.46</b>	3.46**	3.46**	3.46**	3.46**	3.46**	.099*	-
<b>T</b>	2.47	2.47**	2.47**	2.47**	2.47**	2.47**	-	-
<b>T2</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T3</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T4</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T5</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T6</b>	0	-	-	-	-	-	-	-

**Prueba de Tukey para incidencia sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

		<b>T6</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.75</b>	<b>50</b>
<b>T</b>	<b>50</b>	50**	50**	50**	50**	50**	43.25**	-
<b>T1</b>	6.75	6.75**	6.75**	6.75**	6.75**	6.75**	-	-
<b>T2</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T3</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T4</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T5</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T6</b>	0	-	-	-	-	-	-	-

**Prueba de Tukey para producción sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

		<b>T6</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17.3</b>	<b>28.24</b>
<b>T1</b>	<b>28.24</b>	28.24**	28.24**	28.24**	28.24**	28.24**	10.94**	-
<b>T</b>	17.3	17.3**	17.3**	17.3**	17.3**	17.3**	-	-
<b>T2</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T3</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T4</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T5</b>	0	-	-	-	-	-	-	-
<b>T6</b>	0	-	-	-	-	-	-	-

**Anexo B. Ensayo Dos. Realizado con tubérculos en inicio de brotación**

**Andeva. Porcentaje de emergencia sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-R</b>	<b>P-V</b>
<b>TRATAMIENTO</b>	3	13944	4648.01	16.6	0.0026
<b>BLOQUE</b>	2	132.54	66.27 NS	0.24	0.7963
<b>ERROR</b>	6	168.06	280.01		
<b>TOTAL</b>	11	15756.6			

C.V. 31.96%

**Andeva. Número de tallos sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-R</b>	<b>P-V</b>
<b>TRATAMIENTO</b>	3	9.07007	3.02336 NS	4.07	0.0677
<b>BLOQUE</b>	2	2.12572	1.06286 NS	1.43	0.3105
<b>ERROR</b>	6	4.45368	0.742281		
<b>TOTAL</b>	11	15.6495			

C.V. 25.84%

**Andeva de incidencia sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-R</b>	<b>P-V</b>
<b>TRATAMIENTO</b>	3	16301.6	5433.84**	305.24	0
<b>BLOQUE</b>	2	82.8307	41.4153 NS	2.33	0.1787
<b>ERROR</b>	6	106.811	17.8018		
<b>TOTAL</b>	11	16491.2			

C.V. 18.41%

**Andeva de producción sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-R</b>	<b>P-V</b>
<b>TRATAMIENTO</b>	3	79.1049	26.3683**	10.11	0.0092
<b>BLOQUE</b>	2	7.94532	3.97266 NS	1.52	0.2919
<b>ERROR</b>	6	15.6556	2.60926		
<b>TOTAL</b>	11	102.706			

C.V. 32.5%

**Prueba de Tukey para emergencia sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

		<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T</b>
		<b>6.63</b>	<b>39.43</b>	<b>63.33</b>	<b>100</b>
<b>T</b>	<b>100</b>	93.37**	60.57*	36.6 NS	-
<b>T1</b>	63.33	56.7*	23.9 NS	-	-
<b>T2</b>	39.43	32.80	-	-	-
<b>T3</b>	6.63	-	-	-	-

**Prueba de Tukey para incidencia sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

		<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.99</b>	<b>86.65</b>
<b>T</b>	<b>86.55</b>	86.95	86.55	81.66**	-
<b>T1</b>	4.99	4.99 NS	4.99 NS	-	-
<b>T2</b>	0	-	-	-	-
<b>T3</b>	0	-	-	-	-

**Prueba de Tukey para producción sometiendo tubérculos a 38°C, durante diferentes períodos de exposición de termoterapia seca, medida en semanas**

		<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T</b>	<b>T1</b>
		<b>1</b>	<b>5.1</b>	<b>5.58</b>	<b>8.16</b>
<b>T</b>	<b>8.16</b>	7.16**	3.06 NS	2.58 NS	-
<b>T1</b>	5.58	4.58*	0.48 NS	-	-
<b>T2</b>	5.1	4.10	-	-	-
<b>T3</b>	1	-	-	-	-