

## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: febrero 2021
RESPONSABLE: Luis Alberto Mendoza Vargas
OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO
Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal de una patología de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Obtener cultivos monospóricos de Verticillium spp. a partir de los aislamientos de plantas de papa.
2. Caracterización morfológica y conservación de colonias de Verticillium spp.
3. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
4. Recopilar datos de prevalencia de POD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Obtener cultivos monospóricos de Verticillium spp. a partir de los aislamientos de plantas de papa

A partir de los aislamientos y las colonias obtenidas el semestre pasado se obtuvieron cultivos genéticamente homogéneos a partir de la metodología de cultivos monospóricos (Anexo 1.1).
2. Caracterización morfológica y conservación de colonias de Verticillium spp.

Se realizaron microcultivos a partir de los aislamientos obtenidos de plantas de papa provenientes de diferentes zonas de cundinamarca. Posteriormente se realizaron observaciones bajo el microscopio y se caracterizaron sus estructuras (Anexo 2.1). Por otra parte, se realizó la conservación de conidias de Verticillium spp. con glicerol al 12.5 y $17.5 \%$ en viales de 2 ml que se almacenaron a $-20^{\circ} \mathrm{C}$.
3. Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.

Como etapa final del seguimiento de las epidemias de las alteraciones en estudio se realizó la cosecha en los lotes ubicados en Mosquera, Subachoque y Zipaquirá. Los tubérculos se dividieron en plantas sanas, con síntomas de POD y por madurez temprana. En la poscosecha se clasificaron de acuerdo a los rangos comerciales y se obtuvo el número de tubérculos y peso por planta (Anexo 3.1). Adicionalmente se tomaron muestras de suelo para conteo de inóculo.
4. Recopilar datos de prevalencia de DOD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.

Actualización de licencia en Kizeo Forms y desarrollo de encuestas sobre el sistema productivo de papa (Anexo 4.1 y 4.2).

## LOGROS GENERALES:

- Se obtuvieron 22 cultivos monospóricos provenientes de Funza, Zipaquirá, Mosquera y Subachoque
- Inicio de la evaluación de tratamientos para conservación de colonias de Verticillium spp.
- Recolección de datos de cosecha en lotes afectados por Verticillium y POD.
- Caracterización de estructuras de resistencia de Verticillium spp. in vitro.
- Se realizaron encuestas del sistema productivo de papa abarcando el $62 \%$ del objetivo.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Dificultad para el acceso a productores para registro de encuestas de sistemas productivos
- Limitación en la entrada al laboratorio para el procesamiento de muestras por protocolos de bioseguridad debido a la pandemia por el Covid-19, lo cual establece un aforo y unas jornadas de trabajo limitadas

CONCLUSIONES:

- Plantas de papa con síntomas de Verticillium y POD presentaron disminución en el peso y número de tubérculos respecto a las plantas sanas.
- Se presenta una amplia variabilidad en la producción de estructuras de resistencia del patógeno entre los aislamientos.
- Se encontró la formación de microesclerocios y micelio melanizado en las colonias de Verticillium.
- Se obtuvieron 5 morfotipos a partir de los cultivos monospóricos.


#### Abstract

ANEXOS 1.1 Tabla con información de los cultivos monospóricos obtenidos (Tab. 1). 2.1 Figura con las estructuras de resistencia de Verticillium spp. (Fig. 2.1) 3.1 Figura de los resultados de la cosecha, clasificados por categoría y divididos por alteración (Fig. 3.1) 4.1 Documento de excel con los usuarios de kizeo forms por fechas para consulta de las encuestas y datos en línea. 4.2 Encuestas diligenciadas en línea: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1-2AyVaMaTpN6zqDg4KtNPcyn07hg79D oFKrJy8bf2nU/edit\#gid=1606773951


## ELABORÓ:



Luis Alberto Mendoza Vargas
CC. 1.016.078.003

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |


|  |  | OORMEM | NSUAL | FONDO NACIONAL DE FOMENTO DE LA PAPA |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSION: 02 | FECHA: 20-05-2020 | CODIGO: FNFP-F-1T-37-86 |  |

Tabla 1. Cultivos monospóricos de Verticillium spp. obtenidos a partir de los aislamientos de plantas de papa de diferentes municipios del departamento de Cundinamarca.

| Municipio | Variedad | Colonia por Anverso y Reverso |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| Zipaquirá |  |  |
| Diacol |  |  |
| Capiro |  |  |,



| Municipio | Variedad | Colonia por Anverso y Reverso |
| :---: | :---: | :---: |
|  <br>  <br> Funza | Diacol Capiro |  |
| Funza | Diacol Capiro |  |
| Mosquera | Diacol Capiro |  |


|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSION: 02 | FECHA: 20.05-2020 |  |  |


| Municipio | Variedad | Colonia por Anverso y Reverso |  |
| :--- | :--- | :--- | :--- |
| Mosquera |  | Diacol <br> Capiro |  |
| Subachoque | Criolla |  |  |




Figura 2.1 Éstructuras de resistencia generadas por Verticillium en PDA. A - C) formación de microesclerocios melanizados en colonia proveniente de Mosquera y D - F) formación de micelio melanizado en colonia proveniente de Choconta.


Figura 3.1 Tendencias en el número de tubérculos por planta en los lotes de seguimiento al ciclo productivo, para plantas sanas y con madurez temprana en A. Mosquera y B. Zipaquirá, y plantas sanas, con madurez temprana y POD para C. Subachoque y D. todos los lotes.

| Anexo 4.1 usuarios de kizeo Forms |  |  |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| fecha inicio | fecha final | correo | Usuario | codigo empresa | contraseña |
| $26 / 02 / 2020$ | $12 / 03 / 2020$ | vertifed1@gmail.com | vertifed1 | VERTI | 1234 |
| $12 / 03 / 2020$ | $26 / 03 / 2020$ | fedverti1@gmail.com | vertifed2 | VERTI1 | 1234 |
| $16 / 04 / 2020$ | $29 / 04 / 2020$ | luismen2a19@gmail.com |  | VERTIF | 1234 |
| $16 / 04 / 2020$ | $2 / 05 / 2020$ | lu.amendozav@gmail.com |  | VERTIF1 | 1234 |
| $5 / 06 / 2020$ | $19 / 06 / 2020$ | lua.mendozava@gmail.com |  | VERTIF2 | 1234 |
| $19 / 06 / 2020$ | $2 / 07 / 2020$ | lua.mendozav@gmail.com |  | VERTIF3 | 1234 |
| $10 / 07 / 2020$ | $24 / 07 / 2020$ | luamendoza.va@gmail.com |  | VERTIF4 | 1234 |
| $25 / 07 / 2020$ | $8 / 08 / 2020$ | lumendo.zav@gmail.com |  | VERTIF5 | verticillium_1 |
| $10 / 08 / 2020$ | $24 / 08 / 2020$ | l.uamendozav@gmail.com |  | VERTIF6 | verticillium_1 |
| $25 / 08 / 2020$ | $7 / 09 / 2020$ | luam.endozav@gmail.com |  | VERTIF7 | verticillium_1 |
| $7 / 09 / 2020$ | $21 / 09 / 2020$ | luamendoz.av@gmail.com |  | VERTIF8 | verticillium_1 |
| $21 / 09 / 2020$ | $5 / 10 / 2020$ | luamend.ozav@gmail.com |  | VERTIF9 | verticillium_1 |
| $13 / 10 / 2020$ | $27 / 10 / 2020$ | luame.ndozav@gmail.com |  | VERTIF10 | verticillium_1 |
| $18 / 11 / 2020$ | $2 / 12 / 2020$ | luamendoza.v@gmail.com |  | VERTIF11 | verticillium_1 |
| $3 / 12 / 2020$ | $18 / 12 / 2020$ | luamen.dozav@gmail.com |  | VERTIF12 | verticillium_1 |
| $18 / 12 / 2020$ | $1 / 01 / 2021$ | l.uame.ndozav@gmail.com |  | VERTIF13 | verticillium_1 |
| $2 / 02 / 2021$ | $16 / 01 / 2021$ | l.uamen.dozav@gmail.com |  | VERTIF14 | verticillium_1 |
| $25 / 02 / 2021$ | $11 / 03 / 2021$ | l.uamend.ozav@gmail.com |  | VERTIF15 | verticillium_1 |


|  | INFORME MENSUAL |  |  | FONDO NACIONAL DE FOMENTO DE LA PAPA |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSIÓN: 02 | FECHA: 20-05-2020 | CÓDIGO: FNFP-F-IT-37-86 |  |

## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: marzo 2021
RESPONSABLE: Luis Alberto Mendoza Vargas

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal de una patología de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Caracterización morfológica y conservación de Verticillium spp.
2. Evaluar el efecto en rendimiento de plantas de papa con síntomas de madurez temprana y POD de la variedad diacol capiro.
3. Recopilar datos de prevalencia de POD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.
4. Apoyar la estructuración de protocolos de trabajo con el patosistema Verticillium-papa.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Caracterización morfológica y conservación de Verticillium spp.

Se realizaron microcultivos a partir de los monospóricos obtenidos de plantas de papa provenientes de diferentes zonas de Cundinamarca. Posteriormente se realizaron observaciones bajo el microscopio y se caracterizaron sus estructuras (Anexo 1.1). Por otra parte, se realizó la prueba de la conservación realizada previamente en glicerol al 18\%, para comprobar la viabilidad de las conidias tres semanas después de almacenadas a $-20^{\circ} \mathrm{C}$ (evaluación en curso). Adicionalmente se realizaron cultivos monospóricos de cuatro colonias correspondientes a los lotes ubicados en Subachoque y Chocontá.
2. Evaluar el efecto en rendimiento de plantas de papa con síntomas de madurez temprana y POD de la variedad diacol capiro
Se realizó el análisis estadístico de tipo multivariado (Manova y análisis de medias) de los datos obtenidos en la cosecha realizada en los cinco lotes en los cuales se realizó seguimiento en el semestre anterior (Anexo 2.1).

3. Recopilar datos de prevalencia de DOD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.
Actualización de licencia en Kizeo Forms y desarrollo de encuestas pendientes del sistema productivo de papa con el apoyo de los extensionistas de la región de Cundinamarca, análisis preliminar de los datos obtenidos (Anexo 3.1 y 3.2).
4. Apoyar la estructuración de protocolos de trabajo con el patosistema Verticillium-papa.
Revisión de bibliografia relacionada con métodos de inoculación en plantas bajo condiciones de invernadero. A partir de lo encontrado, se seleccionaron las metodologías a evaluar (Inyección, Inmersión, Drench e Incorporación de propágulos al suelo).

## LOGROS GENERALES:

- Caracterización morfológica de los cultivos monospóricos de Verticillium spp. in vitro.
- Análisis estadístico de datos de cosecha en lotes afectados por Verticillium y POD.
- Ejecución de encuestas del sistema productivo de papa dando cumplimiento al $100 \%$ del objetivo.
- Selección de metodologías de inoculación de plantas en condiciones controladas.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Limitación en la entrada al laboratorio para el procesamiento de muestras por protocolos de bioseguridad debido a la pandemia por el Covid-19, lo cual establece un aforo y unas jornadas de trabajo limitadas.
- Tiempo prolongado requerido para la evaluación de los métodos de conservación más adecuado para Verticillium.


## CONCLUSIONES:

- Plantas de papa con síntomas de Verticillium y POD presentaron diferencias significativas con menor peso total y número total de tubérculos respecto a las plantas sanas en los lotes evaluados.
- Se encontró la formación de estructuras como microesclerocios, micelio melanizado y ensanchamiento de la base de los conidióforos (Funza) como

caracteres morfológicos útiles para una aproximación a la identificación a nivel de especie de los cultivos monospóricos obtenidos.
- En las colonias provenientes del lote de Mosquera predomina la presencia y formación masiva de microesclerocios.


#### Abstract

ANEXOS 1.1 Tabla con descripción microscópica y macroscópica de los cultivos monospóricos de Verticillium (Tab. 1.1). 1.2 Figura de las estructuras de Verticillium bajo microscopio de los cultivos monospóricos obtenidos a partir de material vegetal de lotes de papa evaluados en el semestre 2020-2 (Fig. 1.2) 2.1 Tabla resumen de pruebas estadísticas para la producción por planta de papa, clasificada por alteración (POD o Verticillium) (Tab. 2.1). 3.1 Análisis preliminar de la encuesta de sistemas productivos (Fig. 3.1 y 3.2).


## ELABORÓ:



Luis Alberto Mendoza Vargas
CC. 1.016.078.003

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |



Tabla 1.1. Características macroscópicas y microscópicas de cultivos monospóricos de Verticillium en PDA, obtenidos de plantas de papa de lotes ubicados en Funza, Zipaquirá, Msoquera y Subachoque.

| Característica | Funza |  |  | Zipaquirá |  | Mosquera |  | Subachoque |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| Aspecto 7 días | afelpado | afelpado | Afelpada | Afelpado | Afelpado | Polvoso | Afelpado | Afelpado |
| Aspecto 15 dias | afelpado | afelpado | Afelpada | Afelpado | Afelpado | Afelpado | Algodonoso | Polvoso |
| Bordes 15 días | enteros | enteros | entero | dentado | ondulado | enteros | entero | Entero |
| Color 7 dias | blanco | blanco | blanco | blanco | blanco | anillo gris | blanco | Blanco |
| Color 15 días | blanco | blanco | blanco | blanco | blanco | café-negro | verde | gris claro |
| Tonalidad oscura generalizadá | no | no | no | no | no | si | si. | no |
| Presencia de Anillos | no | negros | negros | $\begin{gathered} \text { negroy } \\ \text { gris } \\ \hline \end{gathered}$ | $\begin{gathered} \text { negro y } \\ \text { gris } \\ \hline \end{gathered}$ | no | no | negro y gris |
| Características microscópicas |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Micelio melanizado | si | si | si | no | si | no | no | si |
| Clamidosporas | no | no | no | no | no | no | no | no |
| Microesclerocios | no | no | no | no | no | si | si | no |
| Forma microesclerocios | - | - | - | - |  | ovalado | ovalado | - |
| Número de verticilos | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Numero de fiálides | 4 a 5 | 3a5 | 3 a 5 | 3 a 4 | 4 a 5 | 3 a 5 | 3a4 | 3 a 5 |
| Base del conidióforo ensanchada y marrón | no | no | si | no | no | no | no | si |
| Conidias | Ovalado | Ovalado | Cilíndricos | Ovalados | Cilíndricas | Cilíndricas | Cilíndricas | Cilíndricas |


|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSION: 02 | FECHA: 20-05-2020 | có |  |

## Zipaquirá Funza

Micelio melanizado


Funza
Base del conidióforo ensanchada y melanizado


Figura 1.2 Estructuras morfológicas para la aproximación a la identificación de Verticillium en cada lotes evaluados en el semestre 2020-2 (40x).


Tabla 2.1 Efecto de la madurez temprana de la papa (Verticillium spp.) y POD en la producción por planta de la variedad diacol capiro. NS indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $\mathrm{P}>0.05$ ).

| Variable | Calidad | Subachoque |  | Żpaquirá | Mosquera | Funza |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  | Vertidillium-Sana | POD-Sana | Verticillium-Sana | Verticillium-Sana | Verticillium-Sana |
| N. tuberculos | Total | *** | NS | NS | ** | ** |
|  | gruesa | NS | NS | - | ** | ** |
|  | segunda | *** | NS | NS | - | *** |
|  | tercera | NS | NS | NS | NS | NS |
| P. tuberculos | Total | *** | *** | NS | **** | **** |
|  | gruesa | ** | - | NS | *** | ** |
|  | segunda | *** | NS | NS | ** | - |
|  | tercera | - | NS | NS | $\cdots$ | NS |

```
. }->\textrm{P}\leq0.0
** }->\textrm{P}<0.0
*** }->\textrm{P}<0.00
**** }->\textrm{P}<0.000
```

|  | INEQPME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSIÓN: 02 | FECHA: 20-05-2020 | CÓDIGO: FNFP-F-IT-37-86 | FOMENTO DE LA PAPA |



Figura 3.1. Resultados de la encuesta de sistema productivo del cultivo de papa sobre el manejo del cultivo. A. Procedencia de la semilla, B. Tenencia de la tierra, C. Limpieza de herramientas e implementos de trabajo, D. Número de ciclos continuos de papa, E. frecuencia de análisis de suelo. F. Distribución de las encuestas en las provincias de Cundinamarca. En total se evaluaron 107 encuestas ( $n=107$ )


Figura 3.2. Resultados de la encuesta de sistema productivo del cultivo de papa sobre manejo de enfermedades. A. Realiza erradicación de focos de plantas enfermas, B. Realiza registro de evaluaciones de presencia de enfermedades en campo y C. Realiza limpieza de herramientas e implementos de trabajo ( $n=107$ ).


## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: abril 2021
RESPONSABLE: Luis Alberto Mendoza Vargas

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal de una patología de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. caracterizar colonias de Verticillium y evaluar estrategias de conservación.
2. Evaluar el efecto en rendimiento de plantas de papa con síntomas de madurez temprana y POD de la variedad diacol capiro.
3. Analizar encuestas de sistemas productivos de papa en Cundinamarca.
4. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
5. Generación de informes y reportes sobre el avance del proyecto.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Caracterización morfológica y conservación de Verticillium spp.

Para caracterizar el crecimiento de las colonias de Verticillium en medios semiselectivos para su aislamiento a partir de muestras de suelo, se realizaron siembras de dos colonias en agar etanol (Anexo 1.1). Se realizaron cultivos monospóricos a partir de las colonias obtenidas de plantas de papa provenientes de lotes ubicados Chocontá (Anexo 1.2). Se realizó la siembra en PDA de las conidias conservadas previamente en glicerol al 18 y $12 \%$, para comprobar su viabilidad tres semanas después almacenamiento $\left(-20^{\circ} \mathrm{C}\right)$.
2. Evaluar el efecto en rendimiento de plantas de papa con síntomas de madurez temprana y POD de la variedad diacol capiro
Se realizó el análisis estadístico de tipo multivariado (Manova y análisis de medias) de los datos obtenidos en la cosecha realizada en el lote de Subachoque

al cual se realizó seguimiento en el semestre anterior, tomando como factor la severidad de la madurez temprana de la papa (alta o baja) (Anexo 2.1).
3. Analizar encuestas de sistemas productivos de papa en Cundinamarca. Para realizar el análisis de los datos se realizó la depuración de la base de datos y su organización. Se realizaron los análisis descriptivos de las encuestas (Anexo 3.1).
4. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
Para recopilar información sobre epidemias de la madurez temprana de la papa, se seleccionaron tres lotes con historial de Verticillium para el seguimiento al ciclo productivo y muestreo semanal. Se iniciaron los muestreos en los lotes ubicados en Zipaquirá y Subachoque. Para evaluar la presencia de Verticillium en los tubérculos semilla de los lotes a evaluar, se tomaron muestras y en el laboratorio se realizaron aislamientos a partir de la zona vascular de los tubérculos en PDA. Además se empezó el proceso de secado de muestras de suelo obtenido de lotes de seguimiento en el segundo semestre de 2020, para conteo de inóculo.
5. Generación de informes y reportes sobre el avance del proyecto.

Elaboración del informe de avance trimestral para Fedepapa y para el sistema de la Universidad Nacional de Colombia Hermes. Además se generaron informes sobre las resultados del trabajo realizado en el segundo semestre de 2020 para los agricultores.

## LOGROS GENERALES:

- Obtención de cultivos monospóricos de Verticillium spp. de Chocontá.
- Análisis estadístico de datos de cosecha en lote de Subachoque afectados por Verticillium.
- Selección y muestreos en lotes (Zipaquirá y Subachoque) de producción comercial de papa.
- Recolección de tubérculo semilla de los lotes de seguimiento e inicio de aislamientos a partir de tubérculos.
- Depuración y análisis descriptivo de los datos obtenidos en la encuesta al productor.

- Generación de informe trimestral para Fedepapa.
- Desarrollo del manuscrito de informe del proyecto para el sistema Hermes de la Universidad Nacional de Colombia.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Limitación en la entrada al laboratorio para el procesamiento de muestras por protocolos de bioseguridad debido a la pandemia por el Covid-19, lo cual establece un aforo y unas jornadas de trabajo limitadas.


## CONCLUSIONES:

- Plantas de papa con niveles altos y bajos de severidad de la madurez temprana de la papa (Verticillium) presentaron diferencias significativas con menor peso total y número total de tubérculos respecto a las plantas sanas en el lote de Subachoque.
- La comparación del número y el peso de los tubérculos por planta entre los niveles altos y bajos de severidad de la madurez temprana de la papa no presentaron diferencias significativas.
- Las concentraciones de $12 \%$ de glicerol para la conservación de conidias de Verticillium obtuvo 2 de 3 colonias viables, mientras que el $18 \%$ obtuvo 1 de 3.
- Alta variabilidad entre los cultivos monospóricos obtenidos a partir de las colonias provenientes de los lotes de Subachoque y Chocontá.
- El análisis descriptivo de las encuestas de sistemas productivos muestra una alta variabilidad en las respuestas de los agricultores.


## ANEXOS

1.1 Colonias de Verticillium en PDA y Agar etanol (Fig. 1.1).
1.2 Cultivos monospóricos de Verticillium provenientes de Subachoque (Fig. 1.2)
2.1 Tabla resumen de pruebas estadísticas para la producción por planta de papa, clasificada por severidad de la madurez temprana de la papa (Tab. 2.1).
3.1 Documento con análisis de datos de las encuestas de sistemas productivos


ELABORÓ:
Luia A MendogaU.
Luis Alberto Mendoza Vargas
CC. 1.016.078.003

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |


| P | Informe mensual | 1FP |
| :---: | :---: | :---: |



Figura 1.1. Colonias de Verticillium provenientes de lotes en Mosquera y Funza en medio Agar etanol y PDA 25 días después de la siembra. En Agar etanol no hubo presencia de conidióforos.


Figura 1.2 Cultivos monospóricos de Verticillium provenientes de aislamientos a partir de plantas de papa con síntomas de madurez temprana de la variedad A-B. Única y C-D. Diacol capiro de un lote ubicado en Chocontá, Cundinamarca.

Tabla 2.1 Efecto de la madurez temprana de la papa (Verticillium spp.) en la producción por planta de la variedad diacol capiro del lote de Subachoque de seguimiento del semestre 2020 -II. NS indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $\mathrm{P}>0.05$ ).

| Variable | Calidad | Significancia de la variable | Nivel de severidad |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  |  | Alta-Baja | Alta-Sana | Baja - Sana |
| Numero de tuberculos | Total | * | ns | *** | *** |
|  | gruesa | ns | ns | * | ** |
|  | segunda | * | ns | ** | * |
|  | tercera | ns | ns | ns | ns |
| Peso tuberculos | Total | $*$ | ns | *** | *** |
|  | gruesa | * | ns | * | ** |
|  | segunda | * | ns | ** | * |
|  | tercera | ns | ns | ns | ns |

* $\rightarrow \mathrm{P} \leq 0.05$
** $\rightarrow \mathrm{P}<0.01$
*** $\rightarrow \mathrm{P}<0.001$
**** $\rightarrow \mathrm{P}<0.0001$



## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: mayo 2021
RESPONSABLE: Luis Alberto Mendoza Vargas

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal de una patología de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
2. Proponer y realizar el montaje de pruebas de patogenicidad de Verticillium en papa.
3. Generación de informes y reportes sobre el avance del proyecto.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
Se continuaron los muestreos en los lotes ubicados en Funza, Zipaquirá y Subachoque. Para conteo de inóculo en suelo, se preparó medio semi selectivo con agar, etanol, amoxicilina, fosfato y potasio, se sembró por el método de tamiz húmedo muestras de suelo provenientes de Mosquera. Se tomaron muestras de plantas con síntomas asociados a Verticillium en el lote de Subachoque y Zipaquirá, se realizaron aislamientos a partir de la base de los tallos (Anexo 1.1).

2. Proponer y realizar el montaje de pruebas de patogenicidad de Verticillium en papa.
Para la multiplicación masiva de Verticillium, se probaron medios sólidos (arroz y trigo) en dos colonias (Anexo 2.1). El suelo fue autoclavado y se sembraron 52 tubérculos, se realizaron dos inoculaciones al momento de la siembra por incorporación de los propágulos del patógeno al suelo y la adición del medio sólido con mejor rendimiento en la producción de conidias (arroz) alrededor del tubérculo semilla (Anexo 2.2). De la semilla certificada usada en la siembra se realizaron aislamientos de tubérculos a partir del haz vascular (Anexo 2.3).
3. Generación de informes y reportes sobre el avance del proyecto.

Se generaron informes sobre los resultados del trabajo realizado en el segundo semestre de 2020 para los agricultores.

## LOGROS GENERALES:

- Toma de datos en lotes (Funza, Zipaquirá y Subachoque) de producción comercial de papa.
- Se reportó la presencia de síntomas asociados con Verticillium en los lotes de Zipaquirá y Subachoque.
- Se aisló Verticillium en una frecuencia del 76\% en PDA y 80\% en trampas de agua de los explantes de plantas provenientes de Subachoque.
- Realización del montaje de las pruebas de patogenicidad.
- Se estandarizó la producción masiva de conidias de Verticillium en medios sólidos.
- Planificación de la toma de muestras de suelo para análisis microbiológico y químico asociadas a Verticillium.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Limitación en la entrada al laboratorio para el procesamiento de muestras por protocolos de bioseguridad debido a la pandemia por el Covid-19, lo cual establece un aforo y unas jornadas de trabajo limitadas.
- Limitación en la movilidad debido a bloqueos en la vía por manifestaciones.



## CONCLUSIONES:

- Se encontró una menor incidencia de Verticillium en el lote de Zipaquirá comparado con el ciclo anterior.
- La producción masiva en medio sólido de Verticillium fue superior en arroz


## ANEXOS

1.1 Aislamientos a de plantas provenientes de Subachoque (Fig. 1,1).
2.1 Multiplicación de Verticillium en Arroz y trigo (Fig. 2.1).
2.2 Montaje de pruebas de patogenicidad bajo condiciones de invernadero (Fig. 2.2).
2.3 Aislamientos a partir de tubérculos de la semilla certificada (Fig. 2.3).

ELABORÓ:


Luis Alberto Mendoza Vargas
CC. 1.016.078.003

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |



Figura 1.1 Aislamientos a partir de explantes de la base del tallo de plantas provenientes de Subachoque a los 7 días después de siembra. Se observa crecimiento de micelio blanco sobre el haz vascular, se identificó como Verticillium por la presencia de conidióforos verticilados.


Figura 2.1. Crecimiento de colonias de Verticillium en A. Trigo y B. Arroz a los 8 días después de la siembra. Se observa crecimiento masivo en trigo comparado con arroz.

|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | versiov: 02 | FECAA : 20.05 .2020 |  |  |



Figura 2.2 Montaje de pruebas de patogenicidad. A. inoculación a partir de arroz, B. Fertilización en Corona y D. Matera inoculada, sembrada y marcada.

|  | INFORME MENSUAL |  |  | FONDO NACIONAL DE FOMENTO DE LA PAPA |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSIÓN: 02 | FECHA: 20-05-2020 | COLIGO: FNFP-F-IT-37-86 |  |



Figura 2.3 Aislamientos a partir de tubérculo de semilla certificada a los 15 días después de la siembra. No hay crecimiento de microorganismos en los explantes.

## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: junio 2021
RESPONSABLE: Luis Alberto Mendoza Vargas

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal de una patologia de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
2. Apoyar el montaje y desarrollo de ensayos bajo invernadero y laboratorio.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.

Se finalizó la toma de datos en los lotes ubicados en Zipaquirá y Subachoque y se continuó con el muestreo semanal en Funza. Para el conteo de inóculo en suelo proveniente de Mosquera, se realizó el montaje a partir de la metodología de tamiz seco en el medio semi selectivo para Verticillium. Se realizaron observaciones en microscopio para la identificación de microorganismos luego de tres semanas de incubación para el método húmedo y seco. Se tomaron muestras de plantas con síntomas asociados a Verticillium en el lote de Funza y se realizaron aislamientos a partir de la base del tallo (Anexo 1.1). Para evaluar factores de suelo asociados con la madurez temprana de la papa, se tomaron muestras de suelo en el lote de Subachoque, seleccionando zonas de plantas sanas y enfermas y registrando las coordenadas GPS. Las muestras fueron entregadas para análisis microbiológico por la clínica de plantas de la Universidad Nacional de Colombia.

2. Apoyo en el montaje y desarrollo de ensayos bajo invernadero y laboratorio

Para el desarrollo de ensayos en invernadero se obtuvo suelo con cascarilla de arroz y se realizó desinfección con Basamid con el apoyo de estudiantes de pregrado. Se utilizó una dosis de $70 \mathrm{~g} / \mathrm{cm}^{2}$, en cuatro unidades de desinfección, cada una con 825 kg de suelo con cascarilla de arroz. Las unidades fueron montadas y cubiertas con plástico luego de agregar el producto (Anexo 2.1). En las pruebas de patogenicidad, se realizó seguimiento en el desarrollo de las plantas y se montaron ensayos para evaluar la producción de microesclerocios en arroz (Anexo 2.2). Se prepararon medios de cultivo (PDA y Arroz) y se realizó el mantenimiento de los monospóricos, colonias y aislamientos de Verticillium.

## LOGROS GENERALES:

- Toma de datos en lote de producción comercial de papa.
- Se reportó la presencia de síntomas asociados con Verticillium en el lote de Funza.
- Se aisló Verticillium en una frecuencia del 50\% en PDA y $70 \%$ en trampas de agua de los explantes de plantas provenientes de Funza.
- Se obtuvo Verticillium a partir de muestras de suelo de Mosquera.
- Montaje de pruebas de multiplicación de microesclerocios


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Limitación en la entrada al laboratorio para el procesamiento de muestras por protocolos de bioseguridad debido a la pandemia por el Covid-19, lo cual establece un aforo y unas jornadas de trabajo limitadas.


## CONCLUSIONES:

- El medio semi selectivo utilizado permite el aislamiento e identificación de Verticillium a partir de muestras de suelo, sin embargo, no se puede realizar el conteo de colonias debido al crecimiento de otros hongos en el medio.



## ANEXOS

1.1 Planta proveniente de Funza con síntomas asociados a Verticillium (Fig. 1.1).
2.1 Tratamiento de suelo con Basamid® (Fig. 2.1).

## ELABORÓ:



APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |

## INFORME MENSUAL fedepapa <br> FRFP FOMENTO DE LA PAPA



Figura 1.1 Tallo con síntomas asociados a Verticillium y pardeamiento vascular proveniente de Funza


Figura 2.1 Proceso de desinfección de suelo con Basamid.

## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: julio 2021
RESPONSABLE: Luis Alberto Mendoza Vargas

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal de una patología de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
2. Apoyar el montaje y desarrollo de ensayos bajo invernadero y laboratorio.
3. Analizar datos de encuestas sobre sistemas productivos de papa en Cundinamarca

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.

Se finalizó la toma de datos en el lote ubicado en Funza. Se tomaron muestras de plantas con síntomas asociados a Verticillium en el lote de Funza y se realizaron aislamientos a partir de la base del tallo para confirmar la sintomatología observada (Anexo 1.1). Se realizó el montaje de cámara húmeda con segmentos de tallos de una planta con severidad 4 de Verticillium proveniente del lote de Funza, previamente desinfectada con hipoclorito al 2\%, para evaluar la producción de conidias y estructuras de resistencia del patógeno (Anexo 1.2). Se realizó la recolección de datos sobre clima del semestre 2020-II a partir de las estaciones climáticas del IDEAM más cercanas a los lotes evaluados.

2. Apoyo en el montaje y desarrollo de ensayos bajo invernadero y laboratorio

Sobre las pruebas de patogenicidad, se realizó seguimiento en el desarrollo de las plantas, síntomas y se inició con la toma de datos espectrales en hojas (Anexo 2.1). Se evaluaron ensayos sobre la producción de microesclerocios en arroz con el fin de generar un protocolo de producción masiva (Anexo 2.2). Se prepararon medios de cultivo PDA para realizar el mantenimiento de los monospóricos, colonias y aislamientos de Verticillium.
3. Analizar datos de encuestas sobre sistemas productivos de papa en Cundinamarca

A partir de las 107 encuestas desarrolladas sobre sistemas productivos en el periodo 2020-II y 2021-I, se completó el análisis descriptivo. Además, se realizaron análisis específicos como el análisis de correspondencia múltiple (MCA), clusterización y clasificación con Random Forest. Teniendo en cuenta que algunos agricultores reportaron la presencia de síntomas de madurez temprana causada por Verticillium en sus lotes, se realizó un Random Forest de las respuestas entre los agricultores que reportaron presencia y ausencia de madurez temprana. Finalmente, con los agricultores que indicaron presencia de Verticillium en sus lotes, se realizó un análisis de cluster.

## LOGROS GENERALES:

- Finalización de la toma de datos en lotes comerciales de papa en el ciclo 2021-I.
- Obtención de colonias de Verticillium spp. a partir de los aislamientos de plantas con síntomas de Funza, Subachoque y Zipaquirá.
- Recolección de datos de clima del periodo 2020-II.
- Se desarrollaron síntomas de marchitamiento y clorosis en las plantas inoculadas desde siembra en las pruebas de patogenicidad.
- Avance en el análisis de las encuestas de sistemas productivos.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Limitación en la entrada al laboratorio para el procesamiento de muestras por protocolos de bioseguridad debido a la pandemia por el Covid-19, lo cual establece un aforo y unas jornadas de trabajo limitadas.



## CONCLUSIONES:

- El medio de cultivo compuesto por arroz favorece el crecimiento y la producción de microesclerocios de colonias de Verticillium sp.
- Las colonias de Funza y Agrosavia que producen micelio melanizado en PDA, no generan esta estructura de resistencia en arroz.
- La cámara húmeda es una alternativa para la evaluación de producción de conidias de Verticillium en residuos de cosecha.


## ANEXOS

1.1 Colonias de Verticillium sp. provenientes del aislamiento de plantas de Funza (Fig. 1.1).
1.2 Montaje de cámara húmeda a partir de tallos de planta con síntomas de madurez temprana proveniente de Funza (Fig 1.2)
2.1 síntomas de marchitamiento y clorosis en plantas de papa variedad diacol capiro inoculadas al momento de la siembra con Verticillium sp. (Fig. 2.1).
2.2 Microesclerocios formados en un grano de arroz y bajo el microscopio (Fig. 2.2).

## ELABORÓ:



Luis Alberto Mendoza Vargas
CC. 1.016.078.003

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |


| fedepapa | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSIION: 02 | FECHA: 20-05-2020 | CODIGO: FNFP.-F-IT-37-86 |  |



Figura 1.1 Colonias de Verticillium spp. provenientes de aislamientos de papa con síntomas asociados a la madurez temprana A y B. Zipaquirá, C y D. Subachoque y E. Funza.

|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSIION: 02 | FECHA: 20-05-2020 | CODIGO: FNFP.F-IT-37-86 |  |



Figura 2.2 Microesclerocios de Verticillium sp. proveniente de Mosquera formados en un grano de arroz y en microscopio (100x).

|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSIÓN: 02 | FECHA: 20-05-2020 | CÓDIGO: FNFP-F-IT-37-86 | FONDO NACIONAL DE FOMENTO DE LA PAPA |



Figura 1.2 Cámara húmeda con tallos de planta de papa variedad diacol capiro proveniente de Funza con síntomas asociados a la madurez temprana, se observa crecimiento micelial a los 2 días después del montaje.


Figura 2.1 Síntomas de marchitamiento, clorosis y necrosis en plantas de papa variedad diacol capiro inoculadas al momento de la siembra con Verticillium sp . a la izquierda y planta sin inocular a la derecha.


## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: Febrero 2021<br>RESPONSABLE: William Alfonso Leon Rueda<br>OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO.

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal del desorden de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Recopilar datos de prevalencia de POD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.
2. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
3. Analizar bases de datos para el desarrollo del modelo de vulnerabilidad del cultivo de papa por condiciones de clima.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Recopilar datos de prevalencia de POD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.

Actualización de licencia en Kizeo Forms y desarrollo de encuestas sobre el sistema productivo de papa (Anexo 1.1 y 1.2).
2. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.

Se realizó la cosecha en los lotes ubicados en Subachoque, Funza, Mosquera y Zipaquirá en donde recolectaron 30 muestras de cosecha y suelo por lote. Las muestras fueron clasificadas según los rangos de tamaño, peso comercial y la presencia de enfermedades (Anexo 2.1). A partir de los resultados, se realizaron

|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSİO: 02 | FECHA: 20.05.2020 |  |  |

## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: Febrero 2021
RESPONSABLE: William Alfonso Leon Rueda

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO.

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal del desorden de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Recopilar datos de prevalencia de DOD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.
2. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
3. Analizar bases de datos para el desarrollo del modelo de vulnerabilidad del cultivo de papa por condiciones de clima.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Recopilar datos de prevalencia de DOD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.

Actualización de licencia en Kizeo Forms y desarrollo de encuestas sobre el sistema productivo de papa (Anexo 1.1 y 1.2).
2. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.

Se realizó la cosecha en los lotes ubicados en Subachoque, Funza, Mosquera y Zipaquirá en donde recolectaron 30 muestras de cosecha y suelo por lote. Las muestras fueron clasificadas según los rangos de tamaño, peso comercial y la presencia de enfermedades (Anexo 2.1). A partir de los resultados, se realizaron

análisis descriptivos para evaluar la calidad de los datos recolectados y mejorar su posterior análisis.
3. Analizar bases de datos para el desarrollo del modelo de vulnerabilidad del cultivo de papa por condiciones de clima

Con base a los resultados de evaluación de bases de datos de los modelos de predicción climática presentes en CHELSA y a la generación de clusters basados en los datos de las estaciones del IDEAM. Se corroboró la relación entre los diferentes modelos predictivos (Anexo 2.1 y 2.2 ) para estimar diferencias que permitieran determinar ponderaciones para generar modelos de ensamble que conlleven a obtener resultados de predicciones respecto a los diferentes escenarios climáticos (4.5, 6.0 y 8.5 ) en las zonas históricas productoras de papa del país.

## LOGROS GENERALES:

- Se desarrollaron encuestas al productor correspondientes al $62 \%$ del objetivo final.
- Recolección de datos de cosecha en lotes afectados por Verticillium y POD.
- Selección de valores adecuados de ponderación para la generación de escenarios climáticos futuros a partir de modelos propuestos.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Dificultad en acceso a productores para el desarrollo de encuestas de productor.
- Necesidad de uso de software especializado en el procesamiento de imágenes capturadas con drone.
- Dificultad en el manejo de datos de datos climáticos por alto volumen y diferencia entre los formatos disponibles.


## CONCLUSIONES:

- Los modelos de predicción climática tienen ajuste variable a los datos presentados por el IDEAM, por to cual se requiere un ensamble que permita

| 回圆 | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  | FECHA: 20-05-2020 | cóolgo: |  |

establecer mejores predicciones futuras con respecto a los posibles escenarios futuros presentados en las fuentes de datos.

- Se evidencian diferencias en el número de tubérculos y peso de los mismos obtenidos a partir de plantas sanas y enfermas en los lotes evaluados.


## ANEXOS

Tabla 1.1 Documento de excel con los usuarios de kizeo forms por fechas para consulta de las encuestas y datos en línea.
Anexo 1.2 Encuestas diligenciadas en línea: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1-
2AyVaMaTpN6zqDg4KtNPcyn07hg79DoFKrJy8bf2nU/edit\#gid=1606773951
Figura 2.1 Tendencia para el peso de tubérculos para plantas sanas y con madurez temprana en A. Mosquera y B. Zipaquirá, y plantas sanas, con madurez temprana y POD para C. Subachoque y D. todos los lotes.
Figura 3.1 Gráfico de valores $R$ y $R^{2}$ para precipitación estaciones IDEAM con respecto a modelos de predicción para las zonas productoras historias de papa en Colombia.
Figura 3.2 Gráfico de valores $R$ y $R^{2}$ para temperatura media estaciones IDEAM con respecto a modelos de predicción para las zonas productoras historias de papa en Colombia.

## ELABORÓ:

## William leon

William Alfonso Leon Rueda
CC. 1.020.786.276

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |


| 回 | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  | FECHA: 20-05-2020 | cón |  |

Tabla 1.1 Información para acceso a Kizeo Forms

| fecha inicio | fecha final | correo | Usuario | código empresa | contraseña |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| 26/02/2020 | 12/03/2020 | vertifed1@gmail.com | vertifed 1 | VERTI | 1234 |
| 12/03/2020 | 26/03/2020 | fedverti1@gmail.com | vertifed 2 | VERTI1 | 1234 |
| 16/04/2020 | 29/04/2020 | luismen2a19@gmail.com |  | VERTIF | 1234 |
| 16/04/2020 | 02/05/2020 | lu.amendozav@gmail.com |  | VERTIF1 | 1234 |
| 05/06/2020 | 19/06/2020 | lua.mendozava@gmail.com |  | VERTIF2 | 1234 |
| 19/06/2020 | 02/07/2020 | lua.mendozav@gmail.com |  | VERTIF3 | 1234 |
| 10/07/2020 | 24/07/2020 | luamendoza.va@gmail.com |  | VERTIF4 | 1234 |
| 25/07/2020 | 08/08/2020 | lumendo.zav@gmail.com |  | VERTIF5 | verticillium_1 |
| 10/08/2020 | 24/08/2020 | I.uamendozav@gmail.com |  | VERTIF6 | verticillium_1 |
| 25/08/2020 | 07/09/2020 | luam.endozav@gmail.com |  | VERTIF7 | verticillium_1 |
| 07/09/2020 | 21/09/2020 | luamendoz.av@gmail.com |  | VERTIF8 | verticillium_1 |
| 21/09/2020 | 05/10/2020 | luamend.ozav@gmail.com |  | VERTIF9 | verticillium_1 |
| 13/10/2020 | 27/10/2020 | luame.ndozav@gmail.com |  | VERTIF10 | verticillium_1 |
| 18/11/2020 | 02/12/2020 | luamendoza.v@gmail.com |  | VERTIF11 | verticillium_1 |
| 03/12/2020 | 18/12/2020 | luamen.dozav@gmail.com |  | VERTIF12 | verticillium_1 |
| 18/12/2020 | 01/01/2021 | I.uame.ndozav@gmail.com |  | VERTIF13 | verticillium_1 |
| 02/02/2021 | 16/01/2021 | I.uamen.dozav@gmail.com |  | VERTIF14 | verticillium_1 |
| 25/02/2021 | 11/03/2021 | I.uamend.ozav@gmail.com |  | VERTIF15 | verticillium_1 |







Figura 2.1 Tendencia para el peso de tubérculos para plantas sanas y con madurez temprana en A. Mosquera y B. Zipaquirá, y plantas sanas, con madurez temprana y POD para C. Subachoque y D. todos los lotes.

## 



Figura 3.1 Gráfico de valores R y $\mathrm{R}^{2}$ para precipitación estaciones IDEAM con respecto a modelos de predicción para las zonas productoras historias de papa en Colombia.


Figura 3.2 Gráfico de valores $R$ y $R^{2}$ para temperatura media estaciones IDEAM con respecto a modelos de predicción para las zonas productoras historias de papa en Colombia.


## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: marzo 2021
RESPONSABLE: William Alfonso Leon Rueda

OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO.
Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal del desorden de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Recopilar datos de prevalencia de DOD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.
2. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
3. Analizar bases de datos para el desarrollo del modelo de vulnerabilidad del cultivo de papa por condiciones de clima.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Recopilar datos de prevalencia de DOD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.

Actualización de licencia en Kizeo Forms y desarrollo de encuestas sobre el sistema productivo de papa con el apoyo de los extensionistas de la región de Cundinamarca, análisis preliminar de los datos obtenidos (Tabla 1.1; Figuras 1.2 y 1.3).
2. Evaluar el efecto en rendimiento de plantas de papa con síntomas de madurez temprana y POD de la variedad diacol capiro

Se realizó el análisis estadístico de tipo multivariado (Manova y análisis de medias) de los datos obtenidos en las cosechas realizadas en los lotes en los cuales se realizó seguimiento en el semestre anterior (Tabla 2.1).

3. Analizar bases de datos para el desarrollo del modelo de vulnerabilidad del cultivo de papa por condiciones de clima

Se generaron las ponderaciones para ensamblar modelos con los datos históricos sobre los que se basan las predicciones futuras respecto a los diferentes escenarios climáticos (4.5, 6.0 y 8.5 ) en las zonas históricas productoras de papa del país. Posteriormente se analizaron los resultados, con el fin de corroborar que tanto se relaciona la modelación con lo presentado en la actualidad (Gráfico 3.1 y 3.2). Además de esto, se incluye el cálculo del índice de Lang para las zonas productoras en los escenarios actuales con respecto a los datos.

## LOGROS GENERALES:

- Ejecución y análisis preliminar de las encuestas al productor correspondientes al 100\% del objetivo final.
- Determinación de las variables de rendimiento que se ven afectadas por las patologías de estudio en lotes afectados por Verticillium y POD.
- El uso de la ponderación como herramienta para la generación de escenarios climáticos futuros permitió ver las diferencias entre las variables evaluadas.
- Obtención de los primeros modelos de ensamble en datos futuros para comparar contra escenarios proyectados.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Necesidad de uso de software especializado en el procesamiento de imágenes capturadas con drone.
- Dificultad en el manejo de datos de datos climáticos por alto volumen y diferencia entre los formatos disponibles de las bases de datos.
- Necesidad de equipos con alta capacidad de procesamiento de datos.


## CONCLUSIONES:

- Los análisis preliminares de los datos de la encuesta de sistemas productivos muestran diferencias entre las provincias respecto a variables de interés para la investigación.

- Se evidencian diferencias en el número y peso total de tubérculos en el lote de muestreo de cosecha.
- Los resultados de los modelos ensamblados muestran cambios diferenciales en los clústeres generados para las regiones de producción histórica respecto a precipitación y temperatura.


#### Abstract

ANEXOS Tabla 1.1 Tabla con los usuarios de kizeo forms por fechas para consulta de las encuestas y datos en línea. Figura 1.2 Resultados de la encuesta de sistema productivo del cultivo de papa sobre el manejo del cultivo. A. Procedencia de la semilla, B. Tenencia de la tierra, C. Limpieza de herramientas e implementos de trabajo, D. Número de ciclos continuos de papa, E. frecuencia de análisis de suelo. F. Distribución de las encuestas en las provincias de Cundinamarca. En total se evaluaron 107 encuestas ( $n=107$ ) Figura 1.3 Resultados de la encuesta de sistema productivo del cultivo de papa sobre manejo de enfermedades. A. Realiza erradicación de focos de plantas enfermas, B. Realiza registro de evaluaciones de presencia de enfermedades en campo y C. Realiza limpieza de herramientas e implementos de trabajo ( $\mathrm{n}=107$ ). Anexo 1.4 Encuestas diligenciadas en línea: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1- 2AyVaMaTpN6zqDg4KtNPcyn07hg79DoFKrJy8bf2nU/edit\#gid=1606773951 Tabla 2.1. Efecto de la madurez temprana de la papa (Verticillium spp.) y POD en la producción por planta de la variedad Diacol Capiro. NS indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $\mathrm{P}>0.05$ ). Figura 3.1 Gráfico de diferencias para precipitación de datos actuales contra ensambles futuros para las zonas productoras históricas de papa en Colombia. Figura 3.2 Gráfico de diferencias para temperatura media de datos actuales contra ensambles futuros para las zonas productoras históricas de papa en Colombia. Figura 3.3 Mapa de índice de Lang para ensamble de datos actuales para las zonas productoras históricas de papa en Colombia.




## ELABORÓ:



William Alfonso Leon Rueda
CC. 1.020.786.276

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

## CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |


|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :--- | :--- | :--- | :--- | :--- | :--- |

## ANEXOS

## Objetivo 1

Tabla 1.1 Tabla con los usuarios de kizeo forms por fechas para consulta de las encuestas y datos en línea.

| fecha inicio | fecha final | correo | Usuario | código empresa | contraseña |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| 26/02/2020 | 12/03/2020 | vertifed1@gmail.com | vertifed1 | VERTI | 1234 |
| 12/03/2020 | 26/03/2020 | fedverti1@gmail.com | vertifed2 | VERTI1 | 1234 |
| 16/04/2020 | 29/04/2020 | luismen2a19@gmail.com |  | VERTIF | 1234 |
| 16/04/2020 | 02/05/2020 | lu.amendozav@gmail.com |  | VERTIF1 | 1234 |
| 05/06/2020 | 19/06/2020 | lua.mendozava@gmail.com |  | VERTIF2 | 1234 |
| 19/06/2020 | 02/07/2020 | lua.mendozav@gmail.com |  | VERTIF3 | 1234 |
| 10/07/2020 | 24/07/2020 | luamendoza.va@gmail.com |  | VERTIF4 | 1234 |
| 25/07/2020 | 08/08/2020 | lumendo.zav@gmail.com |  | VERTIF5 | verticillium_1 |
| 10/08/2020 | 24/08/2020 | I.uamendozav@gmail.com |  | VERTIF6 | verticillium_1 |
| 25/08/2020 | 07/09/2020 | luam.endozav@gmail.com |  | VERTIF7 | verticillium_1 |
| 07/09/2020 | 21/09/2020 | luamendoz.av@gmail.com |  | VERTIF8 | verticillium_1 |
| 21/09/2020 | 05/10/2020 | luamend.ozav@gmail.com |  | VERTIF9 | verticillium_1 |
| 13/10/2020 | 27/10/2020 | luame.ndozav@gmail.com |  | VERTIF10 | verticillium_1 |
| 18/11/2020 | 02/12/2020 | luamendoza.v@gmail.com |  | VERTIF11 | verticillium_1 |
| 03/12/2020 | 18/12/2020 | luamen.dozav@gmail.com |  | VERTIF12 | verticillium_1 |
| 18/12/2020 | 01/01/2021 | I.uame.ndozav@gmail.com |  | VERTIF13 | verticillium_1 |
| 02/02/2021 | 16/01/2021 | I.uamen.dozav@gmail.com |  | VERTIF14 | verticillium_1 |
| 25/02/2021 | 11/03/2021 | I.uamend.ozav@gmail.com |  | VERTIF15 | verticillium_1 |


|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSIIO: 02 | FECAA : 20.05-2020 |  |  |






Figura 1.2 Resultados de la encuesta de sistema productivo del cultivo de papa sobre el manejo del cultivo. A. Procedencia de la semilla, B. Tenencia de la tierra, C. Limpieza de herramientas e implementos de trabajo, D. Número de ciclos continuos de papa, E. frecuencia de análisis de suelo. F. Distribución de las encuestas en las provincias de Cundinamarca. En total se evaluaron 107 encuestas ( $n=107$ )

|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSIÓN: 02 | FECHA: 20-05-2020 | códs |  |



Figura 1.3 Resultados de la encuesta de sistema productivo del cultivo de papa sobre manejo de enfermedades. A. Realiza erradicación de focos de plantas enfermas, B. Realiza registro de evaluaciones de presencia de enfermedades en campo y C. Realiza limpieza de herramientas e implementos de trabajo ( $n=107$ ).

## Objetivo 2

Tabla 2.1. Efecto de la madurez temprana de la papa (Verticillium spp.) y POD en la producción por planta de la variedad Diacol Capiro. NS indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $\mathrm{P}>0.05$ ).

| Variable | Calidad | Subachoque |  | Zipaquirá | Mosquera | Funza |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  | Verticillium-Sana | POD-Sana | Verticillium -Sana | Verticillium-Sana | Verticillium-Sana |
| N. tuberculos | Total | *** | NS | NS | - | -* |
|  | gruesa | NS | NS | . | ** | ** |
|  | segunda | -** | NS | NS | . | *** |
|  | tercera | NS | NS | NS | NS | NS |
| P. tuberculos | Total | *** | *** | NS | **** | *** |
|  | gruesa | ** | . | NS | *** | ** |
|  | segunda | *** | NS | NS | ** | - |
|  | tercera | . | NS | NS | . | NS |

$$
\rightarrow P \leq 0.05,^{* *} \rightarrow P<0.01,{ }^{* * *} \rightarrow P<0.001,{ }^{* * * *} \rightarrow P<0.0001
$$

|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSION: 02 | FECHA: 20.05 .2020 |  |  |  |  |

Objetivo 3


Figura 3.1 Gráfico de diferencias para precipitación de datos actuales contra ensambles futuros para las zonas productoras históricas de papa en Colombia.


Figura 3.2 Gráfico de diferencias para temperatura media de datos actuales contra ensambles futuros para las zonas productoras históricas de papa en Colombia.


Figura 3.3 Mapa de índice de Lang para ensamble de datos actuales para las zonas productoras históricas de papa en Colombia.


## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: abril 2021
RESPONSABLE: William Alfonso Leon Rueda

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO.

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal del desorden de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Recopilar datos de prevalencia de POD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.
2. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
3. Analizar bases de datos para el desarrollo del modelo de vulnerabilidad del cultivo de papa por condiciones de clima.
4. Analizar imágenes multiespectrales capturadas con drones en lotes de seguimiento del cultivo de papa en el departamento de Cundinamarca.
5. Generación de informes y reportes sobre el avance del proyecto.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Recopilar datos de prevalencia de POD y Verticillium spp. en lotes productores de papa en Cundinamarca.

Se realizó el análisis descriptivo de las encuestas de productor realizadas (107), en este análisis se presentan las estadísticas y comportamiento de variables de interés, las cuales se relacionan con la presencia o reporte de la enfermedad por parte de los agricultores encuestados.
2. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.


Para recopilar información sobre epidemias de la madurez temprana de la papa, se seleccionaron tres lotes con historial de Verticillium para el seguimiento al ciclo productivo y muestreo semanal. Se iniciaron los muestreos en los lotes ubicados en Zipaquirá y Subachoque.
3. Analizar bases de datos para el desarrollo del modelo de vulnerabilidad del cultivo de papa por condiciones de clima

A partir de los modelos aplicados sobre las bases de datos con predicciones futuras bajo los escenarios (RCP 4.5, 6.0 y 8.5 ), se calcularon índices de Lang para cada una de las predicciones con el fin de comparar el cambio entre las áreas históricas de producción.
4. Analizar imágenes multiespectrales capturadas con drones en lotes de seguimiento del cultivo de papa en el departamento de Cundinamarca.

A partir de una imagen pre-procesada del lote de seguimiento del segundo semestre de 2020 ubicado en Zipaquirá, se calcularon 10 indices espectrales (ARI, CARI, EVI2, GCI, GNDVI, GRVI, MGRVI, NDRE, NDVI, SAVI) según lo observado en la revisión bibliográfica realizada anteriormente.
5. Generación de informes y reportes sobre el avance del proyecto.

Elaboración del informe de avance trimestral para Fedepapa y para el sistema de la Universidad Nacional de Colombia Hermes. Además, se generaron informes sobre los resultados del trabajo realizado en el segundo semestre de 2020 para los agricultores.

## LOGROS GENERALES:

- Depuración y análisis descriptivo de los datos obtenidos en la encuesta de sistemas productivos.
- Inicio de muestreos en lotes de seguimiento en las localidades de Subachoque y Zipaquirá.
- Comparación entre escenarios climáticos actuales y futuros con respecto al índice de Lang.

- Aplicación de índices espectrales seleccionados sobre imagen multiespectral capturada en el lote de Zipaquirá.
- Generación de informe trimestral para Fedepapa.
- Desarrollo del manuscrito de informe del proyecto para el sistema Hermes de la Universidad Nacional de Colombia.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Necesidad de uso de software especializado en el procesamiento de imágenes capturadas con cámaras acopladas a drones.
- Necesidad de equipos robustos para procesamiento de datos.


## CONCLUSIONES:

- El análisis descriptivo de los datos de la encuesta de sistemas productivos muestra un comportamiento adecuado de las variables cualitativas y requiere una transformación de variables cuantitativas.
- A la fecha no se presenta la aparición de síntomas asociados a Verticillium spp. en ninguno de los lotes evaluados.
- Los resultados de los modelos ensamblados muestran cambios en las áreas destinadas a cada nivel de la clasificación Lang, mostrando la tendencia a que las zonas de producción se vuelvan más secas.
- Los índices espectrales calculados muestran evidencias de variaciones a nivel de plantas en el lote evaluado.

[^0]

Figura 4.2 Índices espectrales calculados a partir de imagen multiespectral en el lote ubicado en Zipaquirá.

## ELABORÓ:

William
William Alfonso Leon Rueda
CC. 1.020.786.276

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |


|  | INFORMME MERSUAL |  |
| :--- | :--- | :--- | :--- | :--- |

ANEXOS


Figura 3.1 Mapa de indice de Lang para ensamble de datos actuales para las zonas productoras históricas de papa en Colombia. A. Datos actuales B. RCP 4.5 C. RCP 6.0 D. RCP 8.5


Figura 3.2 Mapa de indice de Lang para ensamble de datos actuales para las zonas productoras históricas de papa en el departamento de Cundinamarca. A. Datos actuales B. RCP 4.5 C. RCP 6.0 D. RCP 8.5

|  | INFORMMEMENSUAL |  |
| :--- | :--- | :--- | :--- | :--- | :--- |



Figura 4.1 Bandas espectrales capturadas por el sensor Parrot sequoia en el lote ubicado en Zipaquirá.

|  | INFORME MENSUAL |  |  |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | VERSION: 02 | FECHA: 20.05.2020 |  |  |  |  |



Figura 4.2 Índices espectrales calculados a partir de imagen multiespectral en el lote ubicado en Zipaquirá.


## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

## PERIODO: Mayo 2021

RESPONSABLE: William Alfonso Leon Rueda

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO.

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal del desorden de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
2. Analizar imágenes multiespectrales capturadas con drones en lotes de seguimiento del cultivo de papa en el departamento de Cundinamarca.
3. Generación de informes y reportes sobre el avance del proyecto.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.

Para recopilar información sobre epidemias de la madurez temprana de la papa, se seleccionaron tres lotes con historial de Verticillium para el seguimiento al ciclo productivo y muestreo semanal. Se finalizaron los muestreos en los lotes ubicados en Zipaquirá y Subachoque, además de continuar las evaluaciones en el lote de Funza. Se planificó el muestreo para recolección de muestras de suelo a desarrollar en Subachoque. Además, se finalizó la captura de imágenes en el lote de Subachoque, junto con la toma de coordenadas precisas asociadas a puntos de control de imágenes capturadas.

2. Analizar imágenes multiespectrales capturadas con drones en lotes de seguimiento del cultivo de papa en el departamento de Cundinamarca.

A partir de imágenes preprocesadas de los lotes evaluados el semestre anterior se calculó el índice de diferencia normalizada (NDVI), para luego clasificar zonas con diferencias en los valores presentados, obteniendo áreas no correspondientes a cultivo, áreas de crecimiento irregular y áreas con crecimiento adecuado.
3. Generación de informes y reportes sobre el avance del proyecto.

Elaboración de informes de reporte de actividades para agricultores en lotes de evaluación para el periodo 2020-2.

## LOGROS GENERALES:

- Finalización de muestreos en lotes de seguimiento en las localidades de Subachoque y Zipaquirá, y continuación en lote de Funza.
- Aplicación de NDVI en lotes seleccionados sobre imagen multiespectral capturada en cada uno de los mismos.
- Desarrollo de informes para productor correspondientes al periodo 2020-2.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Necesidad de uso de software especializado en el procesamiento de imágenes capturadas con drone.
- Necesidad de equipos robustos para procesamiento de datos.
- Condiciones climatológicas para captura de datos con drone.
- Ajuste de fechas de vuelo por condiciones climáticas y desarrollo de cultivo.
- Movilidad restringida por la situación social del país.


## CONCLUSIONES:

- $\quad$ Se presentaron síntomas de Verticillium en el lote de evaluacion ubicado en Subachoque.
- Los índices espectrales calculados muestran evidencias de variaciones a nivel de plantas en cada uno de los lotes, mostrando una relación con respecto a los datos de campo.

- Las coordenadas capturadas en el lote tienen errores por debajo de 10 cm .


## ANEXOS

Figura 1.1 Mapa de clasificación del índice NDVI para lotes de evaluación 2020. A. El colegio B. Zipaquirá C. Villapinzón D. Mosquera E. Funza F. Subachoque

Figura 1.2 Mapa de puntos de evaluación y control del lote de evaluación ubicado en Subachoque.

## ELABORÓ:



William Alfonso Leon Rueda
CC. 1.020.786.276

APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NINO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |

## 

## ANEXOS



Figura 1.1 Mapa de clasificación del índice NDVI para lotes de evaluación 2020. A. El colegio B. Zipaquirá C. Villapinzón D. Mosquera E. Funza F. Subachoque.


Figura 1.2 Mapa de puntos de evaluación y control del lote de evaluación ubicado en Subachoque.


## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

PERIODO: junio 2021
RESPONSABLE: William Alfonso Leon Rueda

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO.

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal del desorden de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
2. Procesar y analizar imágenes multiespectrales capturadas con drones en lotes de seguimiento del cultivo de papa en el departamento de Cundinamarca.
3. Apoyar el establecimiento y desarrollo de proyectos adyacentes ubicados en invernaderos de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.

Para recopilar información sobre epidemias de la madurez temprana de la papa, se seleccionaron tres lotes con historial de Verticillium para el seguimiento al ciclo productivo y muestreo semanal. Se continuó con la evaluación semanal en el lote ubicado en Funza. Se planificó el muestreo para recolección de muestras de producción a desarrollar en el lote ubicado en Subachoque.
2. Procesar y analizar imágenes multiespectrales capturadas con drones en lotes de seguimiento del cultivo de papa en el departamento de Cundinamarca.


El preprocesamiento de imágenes capturadas con drone en los periodos se viene realizando con un avance del $50 \%$ ( 23 imágenes) de las imágenes procesadas, a partir de esto se calcularán índices para evaluar su variación temporal en los lotes de evaluación (Figura 2.1).
3. Apoyar el establecimiento y desarrollo de proyectos adyacentes ubicados en invernaderos de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.

Para el desarrollo de proyectos adyacentes en los invernaderos se requiere la desinfección de suelo, lo cual se realizó utilizando el producto Basamid. Esto se realizó con el apoyo de algunos estudiantes de pregrado. Se desinfectaron alrededor de 3.3 toneladas de suelo que será utilizado en dichos proyectos(Figura 3.1).

## LOGROS GENERALES:

- Avance en seguimiento de lote ubicado en Funza.
- Avance de preprocesamiento de imágenes multiespectrales del $50 \%(23$ imágenes).
- Desinfección del suelo a utilizar en proyectos bajo invernadero.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Necesidad de uso de software especializado en el procesamiento de imágenes capturadas con drone.
- Necesidad de equipos robustos para procesamiento de datos.
- Condiciones climatológicas para captura de datos con drone.
- Ajuste de fechas de vuelo por condiciones climáticas y desarrollo de cultivo.
- Movilidad restringida por la situación social del país.
- Daño en equipo de captura de imágenes por presencia de inhibición de áreas de sobrevuelo.


## CONCLUSIONES:

- Se reporta presencia de enfermedad en el lote de Funza con una baja incidencia.

- Se ajustó el flujo para el preprocesamiento de imágenes capturadas con drone.


#### Abstract

ANEXOS

Figura 2.1 Flujo de preprocesamiento de imágenes multiespectrales. A. Alineación de imágenes B. Nube densa C. Textura D. Modelo 3D E. DEM F. Ortomosaico.


Figura 3.1 Proceso de desinfección de suelo con Basamid.

## ELABORÓ:

William Leon
William Alfonso Leon Rueda
CC. 1.020.786.276

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |

## fedepapa <br> INFORME MENSUAL <br> FAFP <br> FONDO NACIONAL DE FOMENTO DE LA PAPA

## ANEXOS



Figura 2.1 Flujo de preprocesamiento de imágenes multiespectrales. A. Alineación de imágenes B. Nube densa C. Textura D. Modelo 3D E. DEM F. Ortomosaico.


Figura 3.1 Proceso de desinfección de suelo con Basamid.

## DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA E INCIDENCIA DE VERTICILLIUM Y POD EN PAPA

## PERIODO: Julio 2021

RESPONSABLE: William Alfonso Leon Rueda

## OBJETIVO GENERAL DEL PERIODO.

Realizar análisis epidemiológicos del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y del agente causal del desorden de origen desconocido (POD) en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.
2. Procesar y analizar imágenes multiespectrales capturadas con drones en lotes de seguimiento del cultivo de papa en el departamento de Cundinamarca.
3. Análisis de datos de encuestas a productores realizadas en el periodo 2020-
4. 
5. Apoyar el establecimiento y desarrollo de proyectos adyacentes ubicados en invernaderos de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

1. Realizar seguimiento epidemiológico del marchitamiento vascular ocasionado por Verticillium y POD en cultivos de papa en el departamento de Cundinamarca.

Finalización de seguimiento en lote ubicado en Funza, se completaron 8 fechas de evaluación.
2. Procesar y analizar imágenes multiespectrales capturadas con drones en lotes de seguimiento del cultivo de papa en el departamento de Cundinamarca.


El preprocesamiento de imágenes capturadas con drone en los periodos se viene realizando con un avance del $90 \%$ ( 41 imágenes) de las imágenes procesadas, a partir de esto se calcularán índices para evaluar su variación temporal en los lotes de evaluación (Figura 2.1, 2.2). Algunas imágenes deben ser reprocesadas (10) debido a la necesidad de calibraciones asociadas a cambios de luz en el proceso de captura de datos.
3. Análisis de datos de encuestas a productores realizadas en el periodo 20202

A partir de las 107 encuestas desarrolladas sobre sistemas productivos en el periodo 2020-II y 2021-I, se completó el análisis descriptivo. Además, se realizaron análisis específicos (Figura 3.1) como el análisis de correspondencia múltiple (MCA), clusterización y clasificación con Random Forest. Teniendo en cuenta que algunos agricultores reportaron la presencia de síntomas de madurez temprana causada por Verticillium en sus lotes, se aplicó Random Forest sobre las respuestas entre los agricultores que reportaron presencia y ausencia de madurez temprana. Finalmente, con los agricultores que indicaron presencia de Verticillium en sus lotes, se realizó un análisis de cluster.
4. Apoyar el establecimiento y desarrollo de proyectos adyacentes ubicados en invernaderos de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.

Bajo el desarrollo de proyectos adyacentes en los invernaderos, se generaron sintomatologías asociadas a Verticillium, por lo cual se decide capturar firmas espectrales. A partir de esto, se plantea el uso del equipo FieldSpec 4, con el cual se empezarán a capturar los datos.

## LOGROS GENERALES:

- Finalización en seguimiento de lote ubicado en Funza.
- Avance de preprocesamiento de imágenes multiespectrales del $90 \%$ (41 imágenes).
- Definición de flujo de trabajo para captura de firmas espectrales bajo condiciones controladas.
- Diferenciación de 2 tipos de productores a nivel general según el análisis de las encuestas.

- Identificación de variables informativas relacionadas con la presencia de madurez temprana en cultivos comerciales de papa y perfil de los productores encuestados.


## DIFICULTADES O LIMITANTES:

- Necesidad de uso de software especializado en el procesamiento de imágenes capturadas con drone.
- Necesidad de equipos robustos para procesamiento de datos.
- Ajuste de fechas de vuelo por condiciones climáticas y desarrollo de cultivo.
- El daño en equipo de captura de imágenes por presencia de inhibición de áreas de sobrevuelo y la necesidad de nuevos lotes para finalización de captura de imágenes.


## CONCLUSIONES:

- Los sistemas productivos presentan manejos comunes, independiente del tamaño de la producción.
- A partir de las preguntas realizadas a los productores, se identifica que el número de ciclos continuos de papa por lote es una pregunta clave en la diferenciación de las producciones.
- Las variables que permiten diferenciar entre productores que reportaron presencia y ausencia de madurez temprana están relacionadas con la procedencia, tratamiento y manejo fitosanitario de la semilla.
- Las calibraciones radiométricas y geométricas de las imágenes multiespectrales son de suma importancia para posteriores análisis comparativos en cultivos de papa.


#### Abstract

ANEXOS

Figura 2.1 Flujo de preprocesamiento de imágenes multiespectrales. A. Alineación de imágenes B. Nube densa C. Textura D. Modelo 3D E. DEM F. Ortomosaico.


Figura 2.2 Ortomosaicos generados a partir de imágenes multiespectrales capturadas con drone. A. Subachoque B. Mosquera

Figura 3.1 Clusterización jerárquica de productores encuestados.

|  |  |  |
| :--- | :--- | :--- | :--- | :--- | :--- |

ELABORÓ:

William Alfonso Leon Rueda
CC. 1.020.786.276

## APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

|  | ELABORÓ | APROBÓ |
| :--- | :---: | :---: |
| NOMBRE | CAMILO NIÑO MEDINA | GERMÁN A. PALACIO V. |
| CARGO | DIRECTOR TÉCNICO | ADMINISTRADOR FNFP |
| FECHA | $20 / 05 / 2020$ | $20 / 05 / 2020$ |

CONTROL DE CAMBIOS

| VERSIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO |
| :---: | :---: | :--- |
| 1 | $04-03-2019$ | Emisión del documento |
| 2 | $20-05-2020$ | Se actualiza el cargo de aprobación de Director del Fondo por <br> Administrador del FNFP. |

ANEXOS


Figura 2.1 Flujo de preprocesamiento de imágenes multiespectrales. A. Alineación de imágenes B. Nube densa C. Textura D. Modelo 3D E. DEM F. Ortomosaico.

## 



Figura 2.2 Ortomosaicos generados a partir de imágenes multiespectrales capturadas con drone. A. Villapinzón. B. Mosquera.


Figura 3.1 Clusterización jerárquica de productores encuestados.


[^0]:    ANEXOS
    Anexo 1.1 Base de datos obtenida a partir de encuesta de sistemas productivos.
    Anexo 1.2 Archivo de resultados de resultados de análisis descriptivo de encuesta de sistemas productivos.
    Link:https://drive.google.com/drive/folders/1ykcT3js3Ycq4xmZPOPQSEL9X6PnxY4 41?usp=sharing
    Figura 3.1 Mapa de índice de Lang para ensamble de datos actuales para las zonas productoras históricas de papa en Colombia. A. Datos actuales B. RCP 4.5 C. RCP 6.0 D. RCP 8.5.
    Figura 3.2 Mapa de índice de Lang para ensamble de datos actuales para las zonas productoras históricas de papa en el departamento de Cundinamarca.
    Figura 4.1 Bandas espectrales capturadas por el sensor Parrot sequoia en el lote ubicado en Zipaquirá.

