

Publicación
Especial
N°63

Septiembre 2021
Tucumán
Argentina



> El cultivo del **GARBANZO** en Tucumán



ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

ISSN 0328-7300

UNA SOJA CON RECORRIDO

PREPA RADOS

PARA TODO



CON 15 AÑOS DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN, LAS NUEVAS VARIEDADES DE SOJA ENLIST
TE OFRECEN LA MEJOR TECNOLOGÍA Y PROGRAMA DE CONTROL DE MALEZAS PARA TU CULTIVO.

*BRV54321E / *BRV54621SE / *BRV55021SE / *BRV55621SE



BREVANT™
semillas

Brevant Semillas™ es marca registrada de Corteva Agriscience y sus compañías afiliadas. © 2021 Corteva.
TM ® SM Marcas comerciales y marcas de servicio de Corteva Agriscience y sus compañías afiliadas. El evento de soja transgénica en la soja Enlist E3®
es desarrollo y propiedad conjunta de Corteva Agriscience L.L.C. y M.S. Technologies, L.L.C. El Sistema de Control de Malezas Enlist® es propiedad de Corteva Agriscience L.L.C.
y ha sido desarrollado por esta misma compañía. *Variedades en trámite de inscripción ante INASE. Venta sujeta a inscripción.



SEMBRÁ MAÍZ

MAÍZ
HÍBRIDO
DM 2772 VT TRIPLE PRO

MAÍZ
HÍBRIDO
DM 2771 VT TRIPLE PRO

MAÍZ
HÍBRIDO
DM 2773 VT TRIPLE PRO

VARIETADES

DM 2771
DM 2772
DM 2773
DM 85 VIPTERA
DM 89 VIPTERA

DONMARIO.
SEMILLAS

INDUSTRIA ARGENTINA
WWW.DONMARIO.COM



El Azul
SEMILLAS



> El cultivo del
GARBANZO 
en Tucumán

ISSN 0328-7300



ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOBRES
Tucumán | Argentina

DONMARIO MAÍZ. **LO MIRES POR DONDE** **LO MIRES, TE CONVIENE**



Por tecnología



Por sanidad



Por rendimiento



Y por mucho más

EL CRECIMIENTO ESTÁ
EN NUESTRA GENÉTICA.



DONMARIO
SEMILLAS

> Autoridades EEAOC

Presidente

Sr. Juan José Budeguer

Vicepresidente

Ing. Agr. Roberto Sánchez Loria

Directores

Sr. Joaquín Daniel Gargiulo

Ing. Agr. José Ignacio Lobo Viaña

Ing. Qco. Alejandro Poviña

Ing. Agr. Francisco J. Estrada

Sr. Luis Fernando Umana

Sr. Pablo José Padilla

Director Técnico

Dr. Leonardo Daniel Ploper

Directores Asistentes

Tecnología Agropecuaria

Dr. Hernán Salas López

Tecnología Industrial

Ing. Qco. R. Marcelo Ruiz

Administración y Servicios

C.P.N. Julio Esper

Director de RRHH

Lic. José Daniel Rodríguez

Domato

Editor Responsable:

Dr. Leonardo Daniel Ploper

Comisión Publicaciones y Difusión

Mg. Ing. Agr. Patricia Digonzelli

Dra. Dora Paz

Mg. Ing. Agr. Fernanda Leggio

Ing. Agr. Daniela Pérez

Ing. Agr. Victoria González

D.G. Silvio Cesar Salmoiraghi

Arte, diseño y diagramación

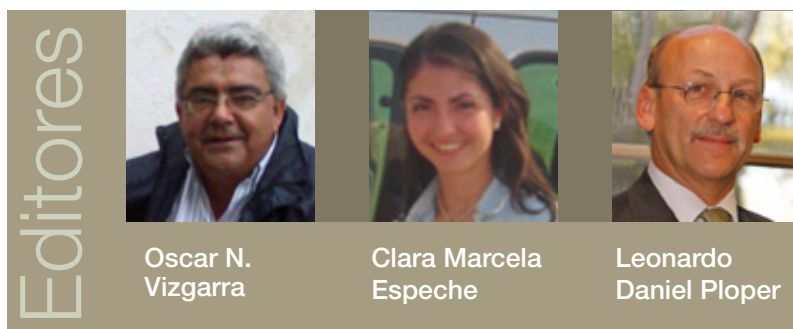
Diego Lobo

Corrección

Prof. en Letras Ernesto Klass



El cultivo del **GARBANZO** en Tucumán



**ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES**

Tucumán | Argentina

Publicación Especial N° 63

Septiembre de 2021

ISSN: 0328-7300

Tucumán - Argentina

Av. William Cross 3150
T4101XAC | Las Talitas
Tucumán | Argentina
Tel: (54 381) 452 1000
Fax: (54 381) 452 1008
direcc@eeaoc.org.ar
www.eeaoc.org.ar



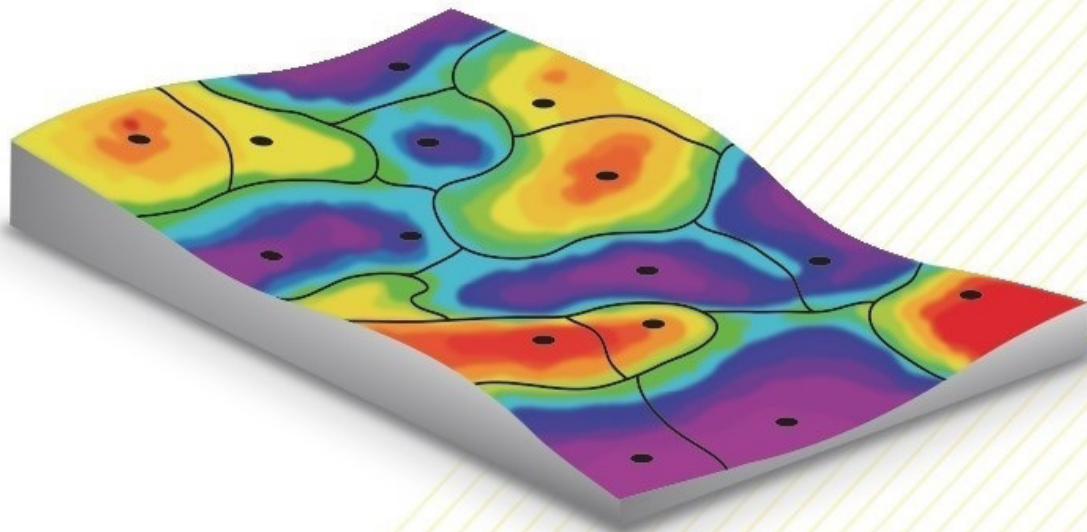
Reservados todos los derechos. Quedan rigurosamente prohibidas, sin autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.



serviciostecnológicos
agricultura creativa

SOIL - MAP

EL DIAGNÓSTICO MÁS REVOLUCIONARIO PARA TU CAMPO



HASTA 100 VECES MÁS INTENSO QUE EL MUESTREO DE SUELO TRADICIONAL



ALIMENTOS NATURALES



	Pag
Editorial	11
A. Evolución de la superficie sembrada con el cultivo de garbanzo en la Argentina y en Tucumán, período 2004-2019	17
B. Mejoramiento genético en garbanzo del Proyecto Legumbres Secas de la EEAOC	23
C. Consideraciones sobre la semilla de garbanzo producida en el NOA	29
D. Efectos del distanciamiento entre líneas y del riego complementario en etapas reproductivas en el cultivo de garbanzo Influencia en los rendimientos y calibre de granos	37
E. <i>Melanagromyza sojae</i> (Diptera: Agromyzidae), mosca barrenadora de la soja, primera detección en plantas de garbanzo en la Argentina	47
F. Situación actual del complejo de Heliothinae (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de garbanzo en Tucumán	53
G. Principales fitopatógenos detectados en el cultivo de garbanzo en Tucumán y áreas de influencia, en las campañas 2015 a 2020	59
H. Avances en la investigación de la fusariosis vascular en el cultivo de garbanzo	65
I. Alternativas biológicas como curasemillas para el cultivo de garbanzo	75
J. Análisis de cultivos antecesores y sucesores del garbanzo mediante sensores remotos y SIG. Tucumán, período 2017-2019	81
K. Teledetección y SIG en el estudio de la frecuencia de siembra y rotación de cultivos en garbanzo. Tucumán, periodo 2013-2019	89
L. Resultados de la encuesta de garbanzo de la campaña 2019 en Tucumán	93
M. Mercado mundial de garbanzo	99
Recordatorio a “Cochi” Forenza	111
Agradecimientos	113



Avances en la investigación de la fusariosis vascular en el cultivo de garbanzo

Diego Méndez*, Victoria González**, Clara M. Espeche** y M. Francisca Perera*

* Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino (ITANOA); ** Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Email: dmendez@eeaoc.org.ar

La fusariosis vascular causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* es una enfermedad limitante en la producción de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) a nivel mundial. Fue detectada en la mayoría de los países donde se cultiva esta legumbre y puede provocar pérdidas totales cuando se dan las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad (Halila and Strange, 1996).

El patógeno es un hongo de suelo, necrótrofo obligado y patogénicamente especializado en especies de *Cicer*, y se transmite por semilla (Nene and Haware, 1980). Produce una infección vascular a nivel de xilema, que se observa como una coloración castaña del córtex y médula de la raíz de la planta de garbanzo, extendiéndose ocasionalmente hasta el cuello y el tallo (Trapero Casas y Jiménez Díaz, 1985). El avance del patógeno en los tejidos vegetales depende del grado de resistencia que ofrezca la variedad infectada.

La fusariosis vascular se presenta en cualquier etapa del ciclo del cultivo de garbanzo. Puede haber una infección temprana, con un largo período de incubación, y los síntomas se expresan luego con el aumento del área foliar o bajo condiciones predisponentes. El patógeno ingresa

preferentemente en el estado de plántula por los cotiledones y zonas próximas, sin necesidad de heridas (Jiménez Díaz *et al.*, 1989).

Existen diferentes razas fisiológicas de *F. oxysporum* f.sp. *ciceris*, clasificadas según el síntoma que generan en un grupo de genotipos de garbanzo de comportamiento diferencial frente a este patógeno. Hasta el momento, a nivel mundial se han identificado ocho razas que se agrupan en dos patotipos denominados amarillez (razas 0 y 1B/C) y marchitez (razas 1A a 6).

El tiempo transcurrido entre la observación de los síntomas iniciales y la muerte de la planta, en condiciones de campo, varía para los dos patotipos del patógeno: es inferior a los 14 días en presencia de marchitez, y supera los 30 días cuando se expresa amarillez, según la virulencia de la cepa patogénica causante del síntoma.

Las plantas con amarillez no pierden la turgencia y el follaje adquiere una coloración amarilla; se observa, además, una necrosis de las hojas inferiores que progresa hacia el ápice, generando luego una defoliación total y la muerte de la planta (Figura 1). Es importante constatar la presencia de un color

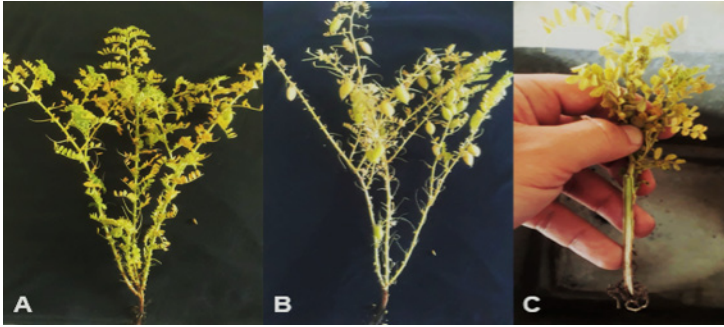


Figura 1. Síntomas de amarillez causados por *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* en plantas de garbanzo. A. Amarillez en toda la planta. B. Defoliación avanzada. C. Infección en raíz, coloración castaña del tejido contiguo a la rizodermis.

castaño en los tejidos internos de la raíz mediante un corte longitudinal en la misma, siendo esto un indicador de la infección de *F. oxysporum* que se corrobora luego en el laboratorio con la obtención de los aislados del patógeno (Trapero Casas, 1983; Trapero Casas y Jiménez Díaz, 1985).

Por otro lado, la marchitez se caracteriza por una coloración verde-grisácea de las hojas y una pérdida de turgencia de la parte aérea (síntomas iniciales), luego se produce un desecado total de la planta y, en este caso, no hay pérdida del follaje (Trapero Casas, 1983; Trapero Casas y Jiménez Díaz, 1985) (Figura 2).

En el caso de la fusariosis vascular en garbanzo, temperaturas entre 24-27°C, humedad relativa superior al 60% y suelos bajo riego y con mal drenaje fueron citados como favorables para el desarrollo del patógeno. Sin embargo, los síntomas de la enfermedad también se observan ante condiciones ambientales que estresan al cultivo, como pueden ser la ocurrencia de heladas o de sequías, que

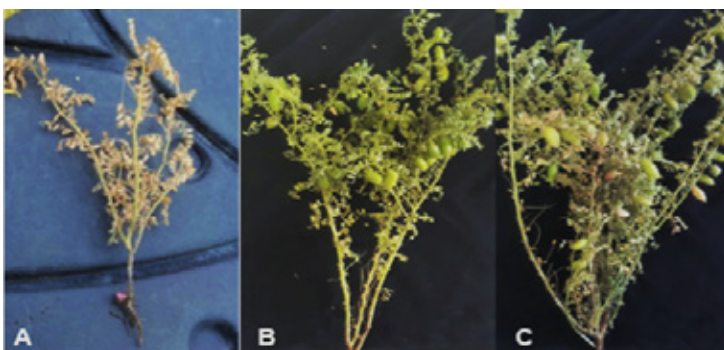


Figura 2. Síntomas de marchitez causados por *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* en plantas de garbanzo. A. Marchitez en estado vegetativo (marchitez temprana). B. Inicio del síntoma, con una coloración verde grisácea del follaje y flacidez generaliza en estadio R5 del cultivo (marchitez tardía). C. Planta en estadio R5, con síntoma de marchitez avanzado.

incrementan la susceptibilidad de la planta hospedera y favorecen la infección.

Una de las formas más eficientes de controlar la enfermedad consiste en la utilización de cultivares resistentes. Sin embargo, esto requiere información previa y precisa sobre las razas del patógeno que prevalecen en las distintas áreas de cultivo. El panorama a nivel nacional es complejo, ya que hasta el momento no han podido caracterizarse las razas fisiológicas que predominan en las diferentes zonas productoras de Argentina.

F. oxysporum tiene la capacidad de sobrevivir en el suelo durante más de seis años en ausencia de la planta hospedera (Haware *et al.*, 1996). Al ser un patógeno de suelo, es importante optar por medidas preventivas al inicio de la campaña de garbanzo ya que, una vez registrada la enfermedad en el lote, la situación es irreversible. Por ello, el manejo de la enfermedad dependerá de un conjunto de prácticas, entre ellas conocer el historial del lote, realizar la rotación de cultivos, determinar la carga patogénica en el suelo, evaluar la calidad fisiológica y sanitaria de las semillas, emplear curasemillas con ingredientes activos adecuados y realizar la siembra en una fecha óptima.

El presente trabajo resume los avances relacionados al manejo de la fusariosis vascular en garbanzo, investigación que viene realizándose en el marco de una tesis doctoral dentro del Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino (ITANOA), dependiente del CONICET y la EEAOC. Los objetivos planteados fueron: **i)** coleccionar muestras de garbanzo con síntomas de fusariosis vascular, provenientes de diferentes zonas productoras de Argentina; **ii)** relacionar la presencia de la enfermedad con el manejo agronómico del lote; **iii)** realizar el aislamiento e identificación del agente causal; **iv)** evaluar la virulencia in vitro de los aislados de *F. oxysporum*; **v)** determinar el impacto de los síntomas de amarillez y marchitez en los componentes del rendimiento y, por último, **vi)** evaluar en condiciones de campo el comportamiento frente a *F. oxysporum*

de los genotipos de garbanzo de interés agronómico, pertenecientes al banco de germoplasma de la EEAO.

Metodología

► Colecta de material vegetal

En el periodo 2017-2019, entre los meses de agosto y septiembre se visitaron lotes productores de garbanzo ubicados en las provincias de Tucumán, Salta, Catamarca, Santiago del Estero y Córdoba. Se recolectaron plantas con síntomas asociados a *F. oxysporum* y, a los fines de relacionar la presencia de la enfermedad con el manejo agronómico del lote, se documentó la información sobre el historial del lote y la variedad de cultivo sembrada.

► Aislamiento e identificación del agente causal

Para determinar el agente causal de los síntomas observados, las muestras fueron analizadas en el laboratorio, donde se llevó a cabo el aislamiento del patógeno en medio de cultivo. Las colonias obtenidas fueron identificadas a nivel de género en función a lo descrito en el manual ilustrado de Barnett (1960). La diferenciación de especies dentro del género *Fusarium* sp. se realizó de acuerdo a lo propuesto por Leslie and Summerell (2006).

Posteriormente, mediante la técnica de la siembra de la spora única se obtuvieron las colonias puras de *F. oxysporum* y, a partir de ellas, se realizó la extracción de los ácidos nucleicos, utilizándose el método previamente descrito por Babot *et al.* (1997).

La identificación molecular se hizo mediante una PCR específica, empleándose el par de cebadores

propuesto por Mishra *et al.* (2003) y Jiménez Fernández *et al.* (2010), donde la reacción positiva para la detección del patógeno consistió en la amplificación de un fragmento de 300 pares de bases (pb).

► Evaluación *in vitro* de la virulencia de los aislados de *F. oxysporum*

Se seleccionaron aislados de *F. oxysporum* obtenidos de plantas con síntomas de amarillez o marchitez, que habían sido previamente caracterizados microbiológica y molecularmente para realizar el estudio de virulencia (Tabla 1). Esta fue evaluada en condiciones *in vitro*, utilizándose el protocolo propuesto por Chiesa *et al.* (2014).

Los genotipos de garbanzo utilizados fueron introducidos desde el Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Zonas Áridas (ICARDA-Siria) en 2009, tipo Desi (JG 62, JG-74, K-850); y en 2013, tipo Kabuli (T-8).

El tipo Desi se caracteriza por su rusticidad (genotipos con fuente de resistencia a enfermedades), porte semi erecto a postrado, pigmentación antocianica en hojas, semillas angulares de colores (negras, verdes, amarillas, marrón o crema) y peso de 100 semillas menor a 25 g. Los Kabuli, por su parte, presentan una estructura de planta erecta, semillas de formas redondeadas, color crema y peso de 100 semillas mayor a 25 g.

Las evaluaciones se realizaron 12 días después de las inoculaciones, registrándose la severidad (%) en función del avance de la necrosis y la longitud de la raíz.

Tabla 1. Aislados de *Fusarium oxysporum* empleados en el estudio *in vitro* de virulencia.

Identificación*	Variedad	Departamento-Provincia	Manejo agronómico del lote
Amarillez Tuc.	Norteño	Burruyacú - Tucumán	Rotación: trigo- soja - garbanzo
Marchitez Tuc.	Norteño	Burruyacú - Tucumán	Rotación con trigo, Labranza convencional
Marchitez Cat.	Norteño	Los Altos - Catamarca	Rotación: trigo - soja - garbanzo
Amarillez Salta	Norteño	Rosario de la Frontera - Salta	Monocultivo, secuencia soja -garbanzo 10 años
Marchitez Salta	Norteño	Rosario de la Frontera - Salta	Monocultivo, secuencia soja -garbanzo 10 años
Amarillez S. E.	Norteño	Isca Yacu - Santiago del Estero	Rotación: barbecho de invierno - maíz - garbanzo
Marchitez S. E.	Norteño	Isca Yacu - Santiago del Estero	Rotación: barbecho de invierno - maíz - garbanzo
Amarillez Córdoba.	Norteño	Cruz del Eje - Córdoba	Rotación: maíz - trigo - soja - garbanzo
Marchitez Córdoba.	Felipe UNC-INTA	Cruz del Eje - Córdoba	Semillero, riego por pulso

* La identificación está conformada por el síntoma a partir del cual se realizó el aislamiento y la provincia de donde se recolectó la muestra.



► Impacto de la fusariosis vascular en los componentes del rendimiento

En la campaña 2019, al momento de la cosecha se evaluó altura y cantidad de cascabullos en plantas de garbanzo variedad Norteño, con los síntomas asociados a la fusariosis vascular (amarillez y marchitez), las que previamente habían sido seleccionadas en el lote productor, cuando el cultivo se encontraba en la etapa de formación de cascabullos (R3). La presencia de *F. oxysporum* se determinó en el laboratorio mediante aislamientos de los tejidos enfermos de las plantas sintomáticas.

► Fenotipado del banco de germoplasma de garbanzo de la EEAOC frente a *F. oxysporum*

Por otro lado, se realizó la evaluación a campo del comportamiento de los genotipos pertenecientes al banco de germoplasma de la EEAOC frente a la fusariosis vascular. El fenotipado fue desarrollado en la localidad de La Cruz, Tucumán, en un lote donde previamente se había cultivado garbanzo durante cuatro campañas consecutivas; de esta manera se aseguró la presencia de elevados niveles de *F. oxysporum* en el suelo. En el 2017 (fecha de siembra: 2 de mayo) se evaluaron 13 genotipos introducidos desde el ICARDA: cinco de ellos, tipo Desi, habían ingresado en 2009, y ocho de ellos, tipo Kabuli, en 2013. Además, se incluyeron dos variedades de garbanzo registradas por la EEAOC (TUC 403 y TUC 464); la variedad comercial Norteño, que se encuentra ampliamente cultivada, fue utilizada como testigo.

Por otra parte, en 2019 (fecha de siembra: 20 de mayo) se incorporaron tres líneas promisorias del Proyecto Legumbres Secas de la EEAOC, y cuatro genotipos diferenciales (cedidos por el INTA EEA Salta), utilizados a nivel internacional para identificar las razas patogénicas de *F. oxysporum* f.sp. *ciceris*.

En los ensayos a campo, cada parcela estuvo formada por dos surcos de 5 m de largo, distanciados a 0,52 m, y se realizaron dos repeticiones. El genotipo Norteño (testigo) se colocó cada dos parcelas de los genotipos en evaluación y todas las semillas fueron sembradas sin curar.

Se registraron los datos meteorológicos durante el ciclo del cultivo y se determinó la incidencia de la fusariosis vascular (porcentaje de plantas afectadas con síntomas, en función del total de plantas por parcela) en las etapas de R2 (plena floración) y R3 (inicio de la formación de cascabullos). Luego, en

el laboratorio se realizó el aislamiento a partir de plantas con síntomas de amarillez y marchitez, correspondientes a cada genotipo.

■ Resultados

► Obtención de los aislamientos de *F. oxysporum* e identificación

Se recolectaron en total 269 muestras de garbanzo con síntomas de amarillez y marchitez, correspondientes a fusariosis vascular, en distintos departamentos de las provincias de Tucumán, Salta, Santiago del Estero, Catamarca y Córdoba. Los resultados de los aislamientos realizados en laboratorio mostraron la presencia de *F. oxysporum* en el 52% de las muestras como único agente causal, y en un 29% formando complejos con otros patógenos de suelo tales como *Macrophomina* sp, *F. solani* y *Rhizoctonia* sp.

A partir de los ácidos nucleicos obtenidos de los aislados de *F. oxysporum* se amplificó por PCR un fragmento específico para su identificación.

► Presencia de la fusariosis vascular vs. manejo agronómico

En lotes con riego por surco y en aquellos donde se habían registrado heladas en prefloración se observaron niveles elevados de infección por *F. oxysporum*. Cabe mencionar que la rotación de cultivo es una práctica comúnmente empleada en las zonas productoras de garbanzo; si bien el trigo fue la principal alternativa invernal en los lotes muestreados, esto no aseguró una reducción en la incidencia de la enfermedad.

► Estudio de virulencia de los aislados de *F. oxysporum*

Cuatro genotipos de garbanzo introducidos desde ICARDA fueron enfrentados a nueve aislados de *F. oxysporum*. Las interacciones planta-patógeno fueron específicas, ya que los mismos aislados produjeron severidades diferentes en los distintos genotipos (Figuras 3 y 4). El genotipo T8 presentó una elevada susceptibilidad frente a la mayoría de los aislados, comportamiento esperado al tratarse de un garbanzo tipo Kabuli. En cuanto a JG-62, JG-74 y K-850, genotipos tipo Desi, se observaron severidades entre 15 y 100%.

Finalizado el período de evaluación de severidad, se tomaron muestras y se aisló el patógeno, de manera de confirmar los postulados de Koch.

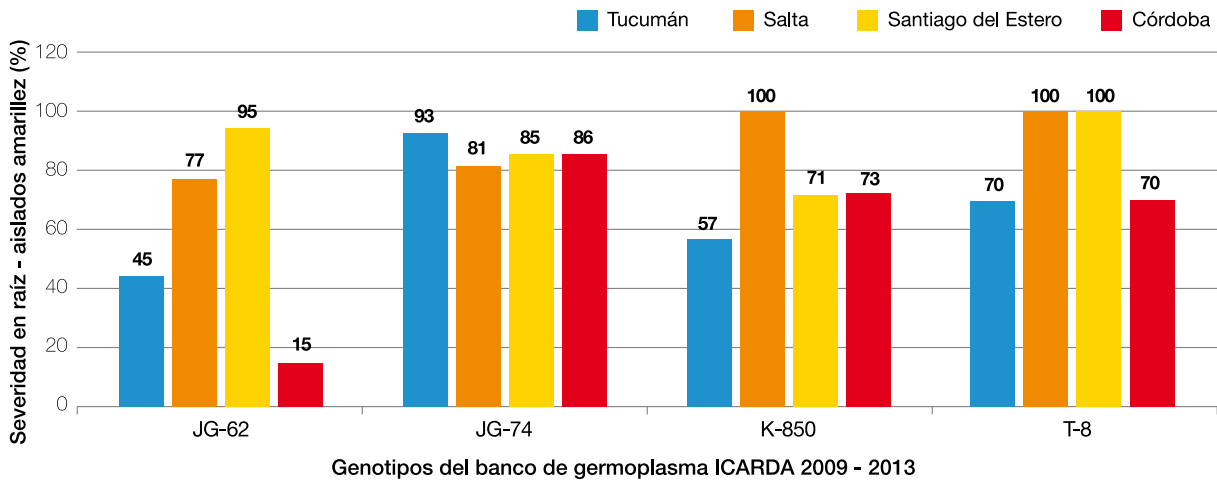


Figura 3. Severidad media de fusariosis vascular estimada a los 12 días después de la inoculación en germoplasma de garbanzo introducido desde el ICARDA, inoculados con aislados de *Fusarium oxysporum* obtenidos de plantas con síntomas de amarillez.

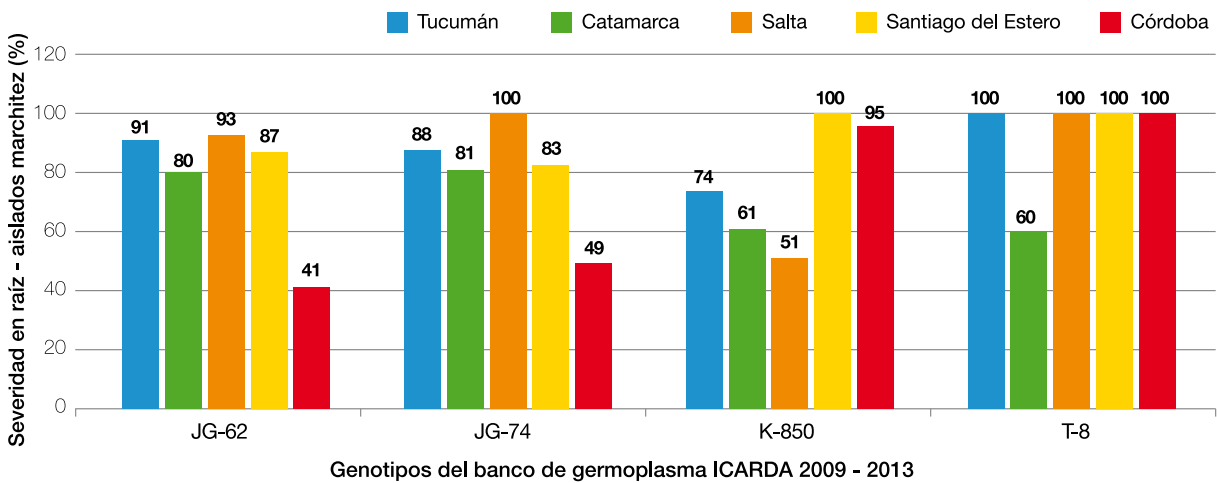


Figura 4. Severidad media de fusariosis vascular estimada a los 12 días después de la inoculación en germoplasma de garbanzo introducido desde el ICARDA, inoculados con aislados de *Fusarium oxysporum* obtenidos de plantas con síntomas marchitez.

► Impacto de la fusariosis vascular en el rendimiento de garbanzo

Se cuantificó el impacto de la fusariosis vascular en dos de los componentes del rendimiento del garbanzo. Al analizar el parámetro altura de planta, aquellas que estuvieron libres del patógeno lograron un valor medio de 61 cm, mientras que las que presentaban síntomas de amarillez y marchitez mostraron una reducción de altura de 11% y 48%, respectivamente (Figura 5).

En relación a la producción de cascabullos, en el caso de plantas con marchitez la producción fue nula, probablemente porque estos síntomas se expresaron al finalizar la etapa vegetativa e inicio de la reproductiva, lo que generó una muerte rápida de las plantas (Figura 5 y 6). En el caso de una expresión tardía de esta sintomatología (formación e inicio de llenado de los granos), es posible obtener granos,

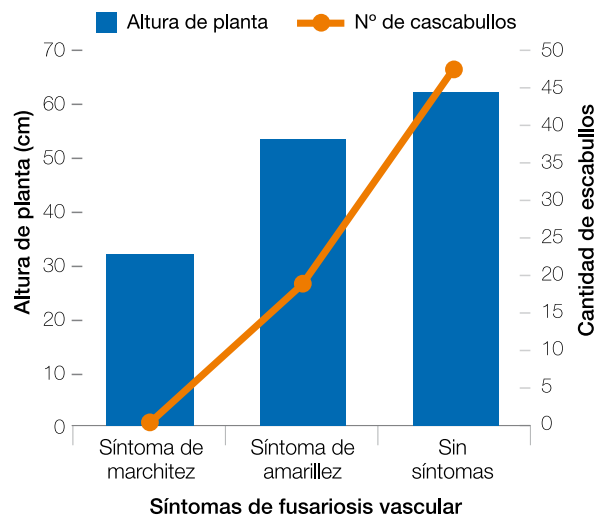


Figura 5. Altura de planta y número de cascabullos evaluados en plantas sin síntomas, con síntoma de amarillez y con síntoma de marchitez, durante la campaña 2019, en Burruyacú, Tucumán.

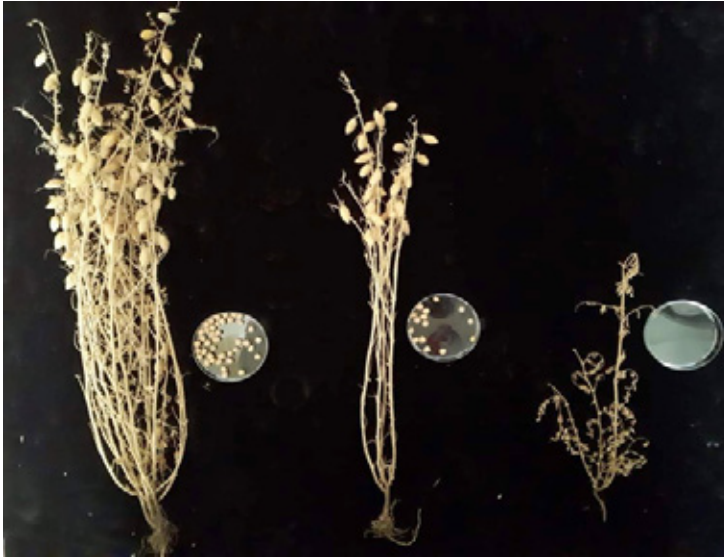


Figura 6. Altura de planta y producción de cascabellos al momento de cosecha. De izquierda a derecha: una plana sana, una planta con síntomas de amarillez y otra planta con síntomas de marchitez. Fotos obtenidas en la campaña 2019, departamento Burruyacú, Tucumán.

aunque puede haber una reducción en la cantidad y calidad (tamaño pequeño, descoloridos y arrugados).

En el caso de plantas con síntomas de amarillez, tuvieron una producción de semillas un 60% inferior a la obtenida en plantas sanas (Figuras 5 y 6).

► **Comportamiento sanitario de los genotipos de garbanzo del banco de germoplasma de la EEAOC**

Las evaluaciones en campo de la presencia de

fusariosis vascular en los genotipos del banco de germoplasma de la EEAOC fueron realizadas durante las campañas 2017 y 2019.

En la campaña 2017 (Figura 7), los valores de incidencias registrados en el testigo fueron del 13% y 35% para los síntomas de amarillez y marchitez, respectivamente. Considerando el síntoma de marchitez, se destacaron los genotipos JG-62 (tipo Desi) y T-8 (tipo Kabuli), con niveles bajos de incidencia; en tanto; los genotipos comerciales registrados por la EEAOC exhibieron niveles de infecciones similares entre ellos, e inferiores a los presentados por los testigos (Figura 7).

En los aislamientos realizados a partir de plantas con síntomas de amarillez y marchitez, *F. oxysporum* fue el agente causal predominante, detectándose también en menor proporción *Macrophomina* sp.

En lo que respecta a la campaña 2019, el testigo presentó valores de incidencia para los síntomas de amarillez y de marchitez de 4% y 21%, respectivamente (Figura 8). Los genotipos Desi, a excepción de K-850, presentaron bajos valores de incidencia de marchitez (iguales o inferiores al 10%); lo mismo fue observado en el caso de las

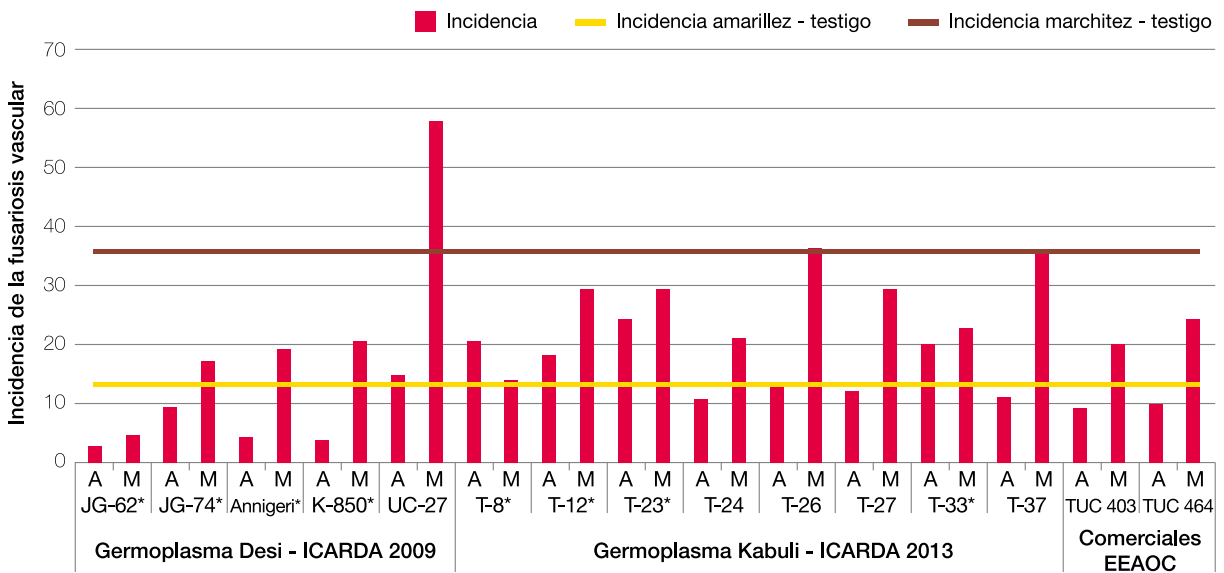


Figura 7. Evaluación en campo de los genotipos del banco de germoplasma de la EEAOC. Campaña 2017, localidad de La Cruz, departamento Burruyacú, provincia de Tucumán.

*Genotipos evaluados en las campañas 2017 y 2019. A= Sintomatología amarillez. M= Sintomatología marchitez

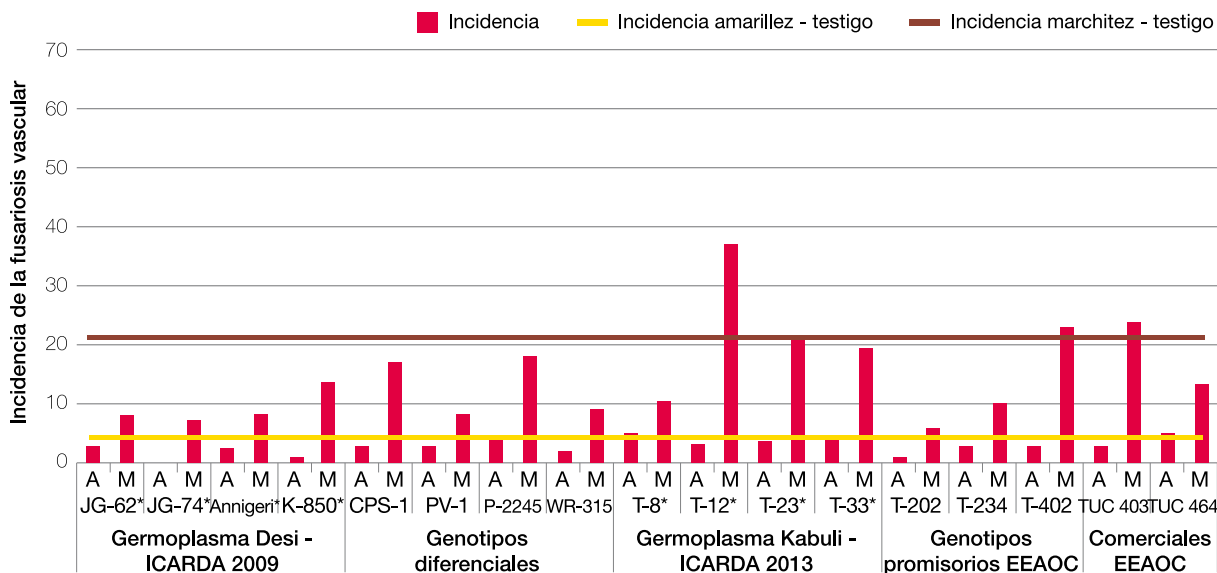


Figura 8. Evaluación en campo de los genotipos del banco de germoplasma de la EEAOC. Campaña 2019, localidad de La Cruz, departamento Burruyacu, provincia de Tucumán.

líneas diferenciales PV-1, WR-315 y en el genotipo promisorio de la EEAOC, T-202.

Durante la campaña 2019, al igual que en la campaña 2017, *F. oxysporum* fue el patógeno que prevaleció en los aislamientos a partir de material vegetal con síntomas; en el caso de plantas con síntomas de marchitez se aislaron también *Macrophomina* sp. y *Phomopsis* sp.

Con respecto al síntoma amarillez, en ambas campañas no hubo una relación directa entre la presencia del síntoma y la obtención de patógenos luego de realizar los aislamientos en el laboratorio, por lo cual los genotipos del banco de germoplasma

fueron seleccionados en función del nivel de incidencia de marchitez

Las condiciones ambientales tuvieron un papel fundamental en la expresión de la fusariosis vascular en las dos campañas evaluadas (Figura 9), considerando además que ambas evaluaciones se realizaron en el mismo lote.

En 2017 se observó una incidencia del 35% a los 108 días después de la siembra (dds), situación favorecida por las heladas ocurridas entre los 77 y 81 dds, con valores extremos de -3,8°C y un total de 18 h con temperaturas inferiores a 0°C, distribuidas en cuatro días. Las precipitaciones acumuladas durante

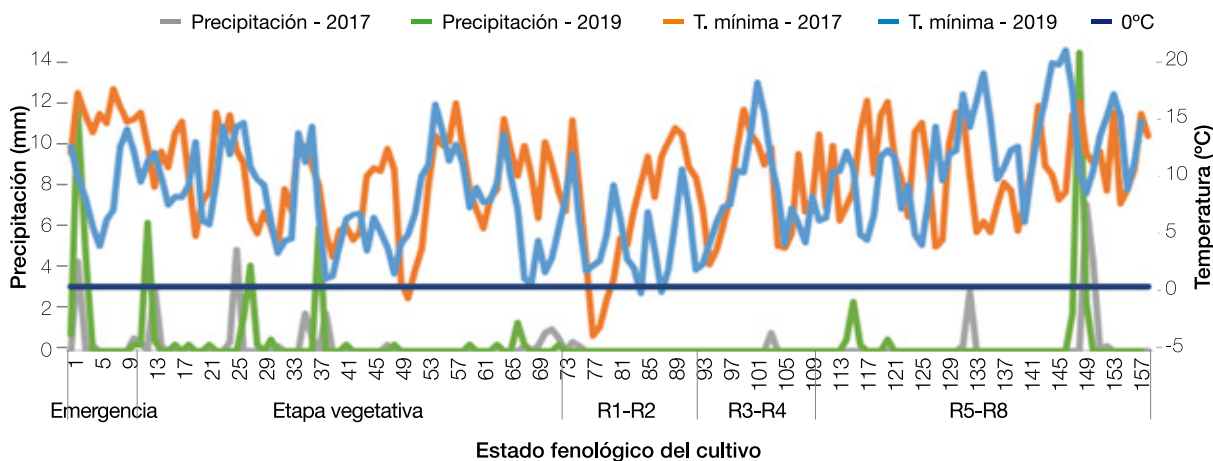


Figura 9. Precipitaciones (mm) y temperaturas mínimas (0°C) registradas en las diferentes etapas del ciclo del cultivo. Localidad de La Cruz, Burruyacu, Tucumán.



el ciclo del cultivo fueron de 39,1 mm, registradas en el periodo vegetativo y al finalizar la etapa de llenado del grano.

Las heladas registradas durante la campaña 2019 fueron leves, con valores extremos de $-0,4^{\circ}\text{C}$ y un tiempo total de exposición a temperaturas por debajo de los 0°C de 60 min, distribuidas en dos días. Las lluvias acumuladas durante el ciclo del cultivo fueron de 61,2 mm, registradas en el periodo vegetativo, inicio del llenado de los granos y madurez. La incidencia de la enfermedad en estas condiciones fue del 14% a los 110 dds, 60% inferior a la registrada en la campaña 2017.

En función de lo expuesto, el valor de la incidencia en las campañas evaluadas estaría asociado a las heladas ocurridas en el periodo de prefloración, considerando el incremento de plantas sintomáticas observadas luego de esta situación, principalmente en la campaña 2017. Si bien las temperaturas por debajo de los 0°C no son las óptimas para el patógeno, teniendo en cuenta el triángulo de la enfermedad, el estrés causado por las bajas temperaturas incrementaría la susceptibilidad del hospedante, favoreciendo la infección y posterior expresión de síntomas.

■ Consideraciones finales

Las evaluaciones realizadas en plantas con síntomas asociados a la fusariosis vascular en diferentes lotes productores de la Argentina permitieron detectar la presencia de *F. oxysporum* como principal agente causal, el cual pudo ser identificado por medio de técnicas fitopatológicas y moleculares.

Este patógeno se obtuvo con mayor frecuencia en las plantas con síntomas de marchitez; en el caso de amarillez, el síntoma no siempre estuvo asociado a la infección por *F. oxysporum*. Es fundamental realizar

un diagnóstico adecuado en campo y laboratorio, considerando que existen otros factores que pueden producir síntomas de amarillez, tales como factores abióticos (deficiencia nutricional, déficit hídrico y fitotoxicidad) y bióticos (virosis, insectos y complejo de patógenos de suelo).

Las pruebas de virulencia *in vitro* evidenciaron interacciones diferenciales entre genotipo del patógeno - genotipo de la planta. Esta información resulta valiosa al momento de elegir un genotipo para la siembra en campo, indicando que sería conveniente la rotación de variedades de garbanzo entre campañas productivas, evitando de esta manera el incremento de poblaciones específicas de *F. oxysporum* en un lote. Si bien el patógeno puede permanecer en el suelo por largos periodos, en ausencia de la planta hospedera, la acción de rotar los cultivos y las variedades de un cultivo es una herramienta recomendada para el manejo de esta enfermedad.

En las evaluaciones realizadas en campo se identificaron genotipos de garbanzo tipo Desi y Kabuli con valores bajos de incidencia, en ambas campañas analizadas, aun en condiciones favorables para la expresión de la enfermedad. Esto indicaría que esos genotipos podrían ser incluidos como progenitores dentro del programa de mejoramiento vegetal de la EEAOC, destinado a la obtención de variedades con resistencia a la fusariosis vascular, entre otras patologías.

Por último, se observó que el estrés generado por las heladas en el cultivo favoreció la expresión de la enfermedad, lo cual estaría asociado a un incremento de la susceptibilidad en la planta hospedera. Se considera oportuno continuar con estudios que permitan validar esta hipótesis y determinar una fecha de siembra óptima para nuestra zona, evitando exponer el cultivo a las heladas en la etapa crítica y, al mismo tiempo, lograr rendimientos óptimos.

Bibliografía citada

Chiesa, M. A.; M. V. Cambursano; M. N. Agustí; G. Vellicce; S. Reznikov; A. P. Castagnaro y E. N. Morandi.

2014. Desarrollo de un método in vitro para evaluación de genotipos de soja resistentes a *Macrophomina phaseolina*. XV Congreso Latinoamericano de Fisiología Vegetal y XXX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, Mar del Plata, Argentina.

Babot, J.; J. Ramallo; J. C. Díaz Ricci; L. D. Ploper y A. P. Castagnaro.

1997. Optimización de una técnica de extracción de ácidos nucleicos de *Colletotrichum* sp. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 12 al 17 de octubre, 1997, Montevideo, Uruguay.

Barnett, H. L. 1960. Illustrated genera of imperfect fungi. 2nd. ed. Minneapolis, Burgess. 54-202p.

Jiménez Díaz, R. M.; M. J. Basallote Ureba and H. Rapoport. 1989.

Colonization and pathogenesis in chickpea infected by races of *Fusarium*

oxysporum f. sp. *ciceri*. Vascular Wilt Diseases of Plants. NATO ASI.28:113-121.

Jiménez Fernández, D.; M. Montes Borrego; J. A. Navas Cortés; R. M. Jiménez Díaz and B. Landa. 2010.

Identification and quantification of *Fusarium oxysporum* in planta and soil by means of an improved specific and quantitative PCR assay. Appl. Soil Ecol. 46: 372-382.

Halila, M. H. and R. N. Strange.

1996. Identification of the casual agent of wilt of chickpea in Tunisia as *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* race 0. Phytopathol. Mediterr. 35: 67-74.

Haware, M. P.; Y. L. Nene and M. Natarajan.

1996. The survival of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* in the soil in the absence of chickpea. Phytopathologia Mediterranea 35 (1): 9-12.

Leslie, J. F. and B. A. Summerell.

2006. The *Fusarium* Laboratory

Manual. First ed. Blackwell Publishing, Ames, IA, USA. 388.

Mishra, P. K.; R. T. Fox and A. Culham.

2003. Development of a PCR-based assay for rapid and reliable identification of pathogenic *Fusaria*. FEMS Microbiol. Lett.213: 329-332.

Nene, Y. L. and M. P. Haware.

1980. Screening for chickpea resistance to wilt. Plant Dis. 64: 379-380.

Trapero Casas, A. 1983.

La marchitez y podredumbre de la raíz del garbanzo en el valle del Guadalquivir: Importancia, distribución, etiología, epidemiología y medios de lucha. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, Córdoba.

Trapero Casas, A. y R. M. Jiménez

Díaz. 1985. Etiología, importancia y distribución de la Seca del garbanzo en el Valle del Guadalquivir. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 97.



BRUFOR
AGRO S.R.L

