



SAG



Informe de investigaciones en el cultivo de la papa desarrolladas en 2011

Por: Ing. Milton Toledo



Programa Nacional de Papa

La Esperanza, Intibucá

Secretaría de Agricultura y Ganadería
Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria

Contenido

| Contenido | Página |
|--|--------|
| Presentación | 1 |
| Programa de Investigación | 2 |
| Introducción y resumen | 3 |
| Producción de Semilla | 4 |
| Manejo del suelo y fertilidad | 5 |
| Evaluación de cultivares de papa | 7 |
| Investigación 1: Resultado de una encuesta hecha a productores de papa de la zona alta de Intibucá (Honduras) entre los meses de julio y agosto de 2010. | 8 |
| Investigación 2: Efecto sobre los rendimientos del daño de Paratrioza sobre plantas de papa en la zona alta de Intibucá. | 11 |
| Investigación 3: Efecto de dos dosis de gallinaza al suelo sobre el crecimiento y producción de plantas de papa crecidas en un suelo ácido y alto en manganeso. | 13 |
| Investigación 4: Efectividad de tres formas de aplicación del fertilizante fosfórico a un suelo fijador de fósforo sobre la productividad de plantas de papa (Var. Provento). | 18 |
| Investigación 5: Evaluación de la producción comercial de variedades establecidas mediante la semilla producida en el Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa en Opatoro, La Paz. | 23 |
| Investigación 6: Evaluación de 11 variedades de papa originarias de Sur América. | 26 |
| Investigación 7: Efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre la brotación de tubérculos de papa. | 28 |
| Investigación 8: Comparación de los parámetros de producción entre plantas de papa establecidas en camas vrs plantas de papa establecidas en surcos, en un suelo con deficiente drenaje y durante la temporada de lluvias. | 31 |
| Investigación 9: Evaluación del crecimiento de plantas de papa, var. Bellini, mediante solución nutritiva y en diferentes sustratos. | 34 |

Presentación

Las políticas de ciencia y tecnología constituyen un elemento de primordial importancia en el desarrollo de nuestro país porque hay una relación directa entre la capacidad de innovación y su competitividad, lo que contribuye a mejorar el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos y especialmente de nuestra clientela: los productores.

Con nuestra estrategia “Volvamos al Campo”, nos estamos acercando especialmente a los pequeños productores a fin de posicionarlos en el escenario de la ciencia y la tecnología para lograr un clima más favorable a la innovación y a la adopción de tecnologías que permitan obtener aumentos importantes en la productividad y rentabilidad de los cultivos, en una perspectiva de crecimiento económico sostenido, más empleo y mayor responsabilidad social.

Nuestro esfuerzo va encaminado a lograr un fortalecimiento de las Estaciones Experimentales, modernizando sus servicios para generar un intercambio de información, protocolos, resultados de investigación, capturar las mejores soluciones ya generadas o en proceso de generación, validarlas y difundirlas ampliamente.

Con estas acciones mas la participación de productores investigadores, gestionamos conocimiento como valioso patrimonio de nuestro país.

Este informe de investigaciones de papa, es un resultado concreto de nuestras acciones en seguimiento de los planes de investigación y su difusión. En este caso, entregamos al país este cúmulo de experiencias que estamos seguros será de mucha utilidad para el desarrollo y fortalecimiento del cultivo de papa en Honduras.

Reiteramos nuestro compromiso con Honduras y con los productores agrícolas en fortalecer la generación de tecnologías para innovar en el campo, con el fin de incrementar los rendimientos en la producción agrícola. sabemos que en el campo es donde generamos y aplicamos conocimiento y donde se cosechan los alimentos para la población, es por eso que nuestro slogan dicta “Sin productores no hay comida”

Ing. Jeovany Pérez Valenzuela
Director Ejecutivo DICTA

Visión

Ser la institución pública líder en el desarrollo científico y tecnológico del sector agroalimentario del país.

Misión

Somos la institución pública responsable de diseñar, dirigir y ejecutar los programas de generación y transferencia de tecnología que permitan el desarrollo de las capacidades de innovación del sector agrícola ampliado, que resulte en un mejoramiento de las condiciones socio económicas de los productores/as, disponibilidad de alimentos y un aumento en la producción y productividad en un ámbito de equidad social y de sustentabilidad ambiental.

Programa de Investigación

La Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA fue creada mediante la Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola (LMDSA), Decreto No. 31-92 del 5 de marzo de 1992. Inició operaciones en el año 2005.

DICTA es un organismo desconcentrado, técnico, financiero y administrativo, adscrita a la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). Su reglamento interno determina la estructura, organización y funcionamiento.

El mandato legal dado a DICTA conforme LMDSA, es la racionalización de los servicios de Generación y Transferencia de Tecnología Agrícola (GTTA), utilizando la cooperación de las instituciones especializadas privadas existentes en el país y promover la operación y creación de instituciones o compañías privadas con esos propósitos.

También, DICTA tiene a su cargo el diseño, la dirección y ejecución de los programas de GTTA al sector agrícola y conforme el Reglamento de DICTA, se le ordena "Apoyar mediante actividades de GTTA, al pequeño productor y el radicado en zonas marginales, con cargo al estado, a fin de desarrollar modelos de transferencia de tecnología que resulten útiles para su expansión a nivel nacional a través de la aplicación de mecanismos privados de asistencia técnica".

Para el diseño de estos planes y su ejecución y logro de metas DICTA cuenta con las subdirecciones de Generación y Transferencia de Tecnología.

La Sub Dirección de Generación de Tecnología de DICTA, tiene como objetivo principal dirigir acciones para la identificación, validación y liberación de tecnologías adecuadas para que el productor alcance mejores niveles de producción y productividad en un marco competitivo. Bajo esta sub dirección se ejecutan los programas de Investigación, Semilla y Desarrollo de Estaciones Experimentales.

En el programa de Investigación se establecen ensayos experimentales con rigor científico con el propósito de crear nuevas variedades en maíz, frijol, arroz, sorgo, cacahuate, ajonjolí entre otros mediante la aplicación del fito mejoramiento, así mismo la identificación mediante ensayos de validación de cultivares en líneas avanzadas.

El programa de Investigación está integrado por un equipo de investigadores especialistas en los cultivares de granos básicos: maíz, frijol, arroz, sorgo; y cultivares agroindustriales y oleaginosas tales como aguacate, plátano, ajonjolí, cacahuate y papa.

Los objetivos del Programa de Investigación son:

- * Desarrollar nuevos materiales vegetales con adaptabilidad a distintas condiciones agroecológicas.
- * Generar paquetes tecnológicos apropiados que mejoren la calidad de vida de los productores nacionales.
- * Capturar y validar nuevas tecnologías.



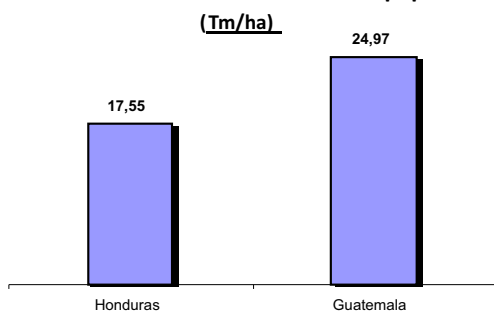
Introducción y Resumen

En este documento se presentan los resultados de las investigaciones desarrolladas por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA, en el cultivo de la papa desde el segundo semestre de 2010 hasta finales de 2011. Un análisis de la situación a finales de 2010 indicó que el cultivo de la papa en Honduras presenta una muy reducida competitividad en relación a otros países de la región, en especial Guatemala (Figura 1). Esto causa que los países competidores entren con ventaja al mercado nacional en detrimento de la economía de los productores nacionales.

Aunque la problemática del cultivo es variada, se ha considerado como principal limitante la infertilidad de los suelos de las zonas altas de Honduras, además de los altos costos de producción (Figura 2). Por otra parte, los métodos actuales de producción de papa en Honduras representan una carga para la economía nacional, ya que, al menos, el 80% de los costos de producción se van al exterior por compras de insumos y semilla.

Por tanto, un programa de investigación adecuado debe tener como principal objetivo mejorar la productividad y reducir la dependencia de los insumos importados.

Figura 1. Rendimiento del cultivo de papa. DICTA . 2011.



FUENTE: <http://faostat.fao.org>

Costo de Producción : US\$ 7,997.00/ha
 US\$ 20.33/quintal Honduras
 US\$ 14.55/quintal Guatemala

Figura 2. Limitantes de la productividad del cultivo de la papa en Honduras. DICTA. 2011

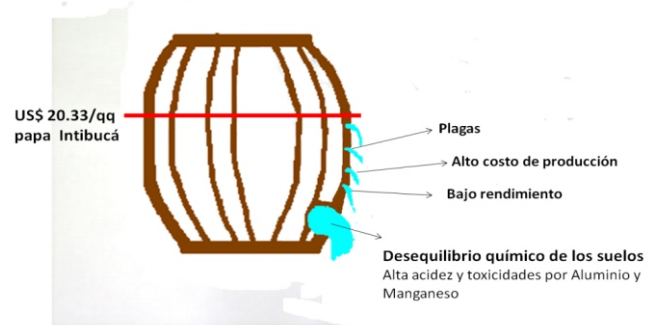
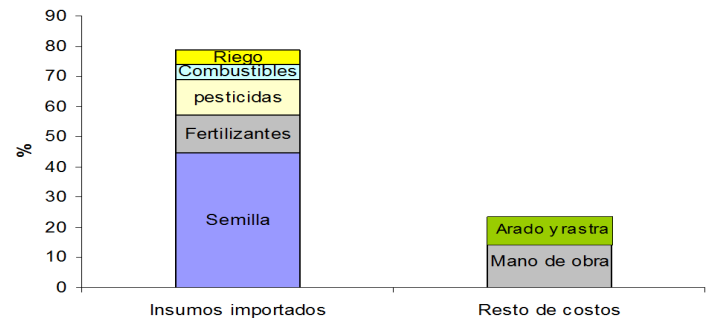


Figura 3. El 80 % de los costos de producción del cultivo de papa en Honduras se gastan en insumos importados. DICTA. 2011



Considerando lo antes expuesto, DICTA ha establecido un programa de investigación con el que se pretende, en el menor tiempo posible (finales de 2013), mejorar la competitividad de los productores de papa del país. De inicio, se ha hecho, a finales de 2010, un diagnóstico para conocer la situación del cultivo. A partir de este, se ha establecido un plan de investigación que nos permitirá franquear las dos limitantes más importantes encontradas: 1) La infertilidad de los suelos, que ocasiona una pérdida de rendimientos entre el 30 y 50 % (Figura 5); y 2) La reducción en el costo de la semilla de calidad, la que genera, actualmente, un gasto de entre el 30 y 40 % de los costos de producción. Hasta hoy, la totalidad de la semilla certificada que se usa en el país se compra, principalmente a Holanda, a un costo para los productores de unos 37 millones de lempiras anuales. De esto, al menos el 80% se va al exterior como fuga de divisas.

Producción de Semilla

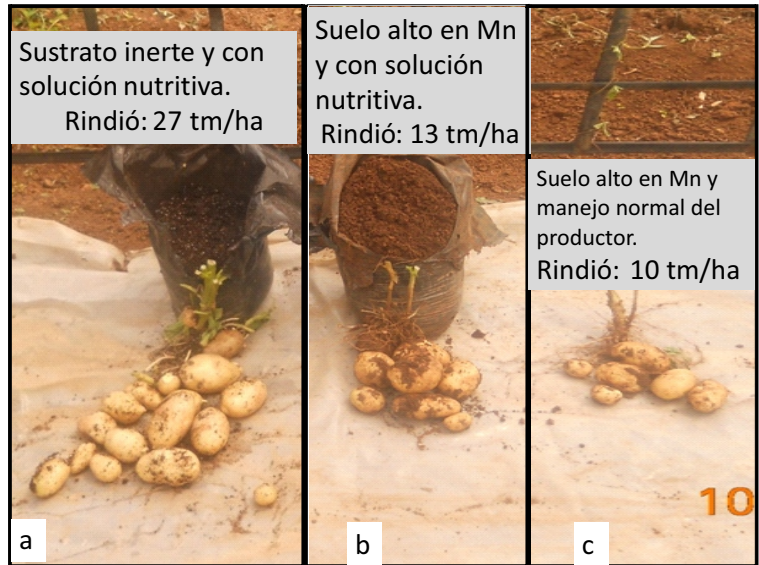
En lo que respecta a la semilla de calidad, la Secretaría de Agricultura y Ganadería, ha dado ya un paso muy importante, inaugurando, a inicios de 2010, el Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa, ubicado en Opatoro, La Paz. Actualmente, el Centro produce unos 3,000 qq/ año de semilla, y aunque esta cantidad es muy baja en relación a las necesidades del país (unos 25,000 qq/año), ya se hacen esfuerzos por incrementar su capacidad productiva.

Un aspecto que ayudará a reducir significativamente el costo de la semilla es la producción de tubérculos mediante aeroponía. Sin embargo, para entrar a este método es necesario desarrollar una solución nutritiva que aporte todos los nutrientes que la planta necesita, ya que la aeroponía es un sistema de producción sin suelo. Para avanzar en este sentido, actualmente DICTA trabaja en desarrollar una solución nutritiva óptima para el cultivo de la papa. Los primeros resultados parecen indicar que la solución nutritiva en evaluación es idónea (Figuras 4 y 5). Sin embargo, más evaluaciones son necesarias aún y se espera tener resultados concluyentes para finales de 2012. No obstante, motivados por estos resultados, ya se están gestionando fondos para establecer módulos de aeroponía en el Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa.

Figura 4. Plantas de papa crecidas en sustrato, con y sin solución nutritiva, y en suelo. DICTA. 2011

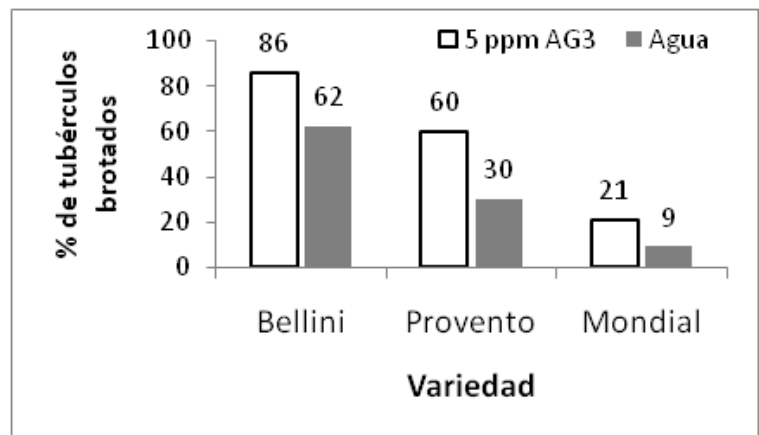


Figura 5. Producción de tubérculos por plantas de papa (Promedio de 10 plantas) manejadas bajo diferentes métodos, 65 días después de la siembra. DICTA, 2011



Por otro lado, se evaluó el efecto de la aplicación de ácido giberélico a los tubérculos –semilla de papa sobre el tiempo de ruptura de la dormancia. Los tubérculos de papa usados como semilla requieren un período de entre tres y cuatro meses para romper la latencia y poder ser sembrados. Más tiempo en almacenamiento implica más costo y pérdidas por enfermedades y plagas que atacan los tubérculos almacenados. Hubo diferencias en el porcentaje de tubérculos brotados (Figura 6), aunque no en la proporción esperada. Más adelante se evaluarán dosis más altas.

Figura 6. Efecto sobre la brotación de tubérculos-semilla de papa de la aplicación de una solución conteniendo 5 ppm de ácido giberélico. DICTA. 2011

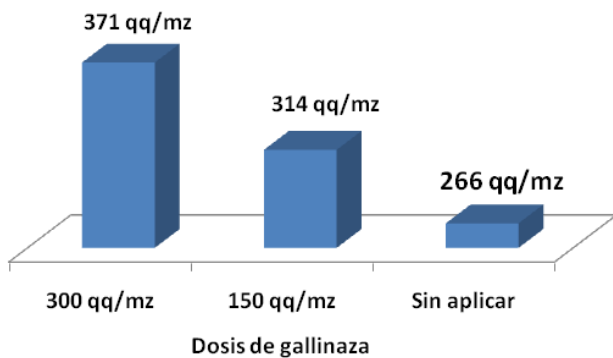


Manejo del Suelo y Fertilidad

El problema de los suelos de la zona alta de Intibucá es que son muy ácidos y presentan excesos de manganeso y aluminio, situación que provoca toxicidad en las plantas y reducen mucho la efectividad de los fertilizantes, principalmente el fósforo.

Estudios anteriores indican que el uso de estiércol de animales neutraliza el efecto tóxico del aluminio y manganeso en el suelo. Partiendo de esos resultados, DICTA evaluó el efecto de dosis de gallinaza a un suelo de la zona alta de Intibucá con bajo pH y alto nivel de manganeso. Los resultados indican que se pueden incrementar significativamente los rendimientos del cultivo de papa en Honduras con el uso de enmiendas orgánicas al suelo, especialmente los estiércoles (Figura 7).

Figura 7. Efecto de la aplicación de gallinaza a un suelo ácido y alto en manganeso sobre la producción de papa de primera calidad. DICTA. 2011



Otro aspecto que afecta fuertemente la productividad del cultivo de la papa es la alta demanda de fertilizantes. Estudios anteriores indican que para obtener mayores producciones de papa es necesario aplicar desde 600 hasta 800 kg/ha de fósforo. Buscando disminuir el uso de fertilizantes, DICTA evaluó la respuesta de plantas de papa a diferentes formas de aplicación de 300 kg/ha de fósforo (En forma de P_2O_5). Los resultados indican que no hubo diferencias entre las diferentes formas de aplicación (Cuadro 1). Los análisis de tejido hechos a los 40 y 70 días después de siembra presentaron niveles de fósforo en hojas dentro del rango normal. Sin embargo, llama la atención el hecho de que, a pesar de la relativa baja dosis de fósforo (300 kg/ha), no se presentaron deficiencias de este nutriente en las plantas. Esto pareciera contradecir los antecedentes. Sin embargo no fue así; lo que sucedió es que, dos meses antes de la siembra, el suelo fue enmendado con 10 tm/ha de gallinaza. La gallinaza aportó fósforo al suelo.

El fósforo aportado por la gallinaza, mas el aplicado por el fertilizante logró que el suelo tuviera suficiente fósforo para las plantas. Esto significa que podemos reducir significativamente el uso de fertilizantes importados aplicando estiércoles que se producen en el país. Otra enmienda necesaria en los suelos de las regiones altas de Honduras es el encalado. La cal, y en especial la cal dolomítica (Extraída en Potrerillos, Cortés), reduce efectivamente las toxicidades por aluminio en el suelo, a la vez que aporta calcio y magnesio, elementos faltantes en estos suelos. El uso de ambas enmiendas en los suelos hortícolas de las zonas altas de Honduras ayudará a equilibrar la química del suelo, a la vez que permitirá reducir significativamente el uso de fertilizantes, ahorrándole divisas al país.

Cuadro 1. Rendimiento de plantas de papa (Var. Provento) crecidas bajo tres formas de aplicación de 300 kg/ha de fósforo al suelo. DICTA. 2011. Datos por parcela de 12 m²

| Tratamientos | Tubérculos (qq/mz) |
|---|--------------------|
| Todo a la siembra | 502 a** |
| Mitad a la siembra y mitad a los 30 dds* | 453 a |
| Mitad a la siembra y el resto por el goteo a partir de los 30 dds | 510 a |

* Días después de siembra

** Letras iguales indican diferencias no significativas

En la zona alta de Intibucá, hay ciertos suelos que presentan problemas de drenaje lo cual resulta ser una fuerte limitante para la producción de papa en la temporada de lluvias. Una forma de contrarrestar esto es estableciendo los cultivos en camas ó eras, ya que de esta forma se agilizaría el avenamiento de las aguas lluvias. Sin embargo, esto sumaría más costos a un cultivo que actualmente presenta baja rentabilidad. Con el objetivo de determinar si el costo de hacer camas (Unos Lps 4,500/mz) compensa al productor con una mayor rentabilidad, DICTA evaluó el efecto sobre la producción de plantas de papa establecidas en camas.

Figura 8. Labores de siembra de papa en camas



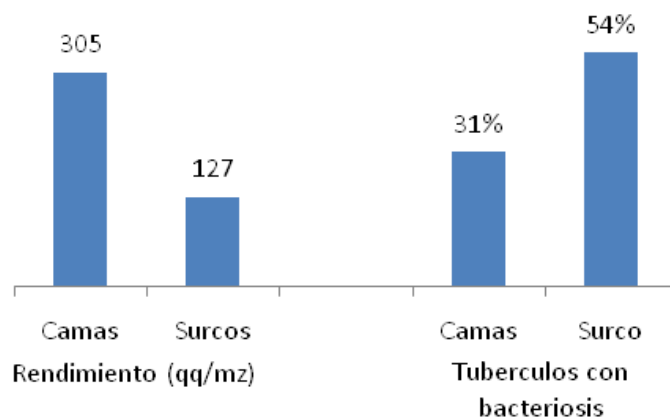
Figura 9. Encharcamiento de la parcela al día siguiente después de una lluvia



Los resultados indican que las plantas sembradas en camas produjeron más del doble de tubérculos y presentaron una menor infección por bacteria fitopatógenas que las plantas sembradas de la forma tradicional (Figura 10).

Sin embargo, en este caso, los rendimientos en general fueron muy bajos, esto debido a problemas de adaptación de la variedad usada en el estudio (Alpha canadiense). También, el alto grado de infección de los tubérculos por bacterias es anormal y se debe a que los suelos de la Estación Experimental Santa Catarina, en Intibucá, están muy infectados por bacterias que dañan la papa. Aún así, los resultados indican que en definitiva, el uso de camas resulta una buena opción para producir papa en suelos arcillosos y de pobre drenaje. Suelos profundos, sueltos y en pendiente no requieren el uso de camas para producir bien en la temporada de lluvias.

Figura 10. Producción y daño a los tubérculos por bacterias en plantas de papa (Var. Alpha) establecidas en camas y surcos. DICTA. 2011.



Evaluación de Cultivares de Papa

El cultivo de papa en Honduras tiene una alta dependencia del uso de pesticidas para el control de plagas y enfermedades. La manera más efectiva y barata de combatir las plagas es mediante el uso de cultivares mejor adaptados a las condiciones de las regiones productoras de papa. En este sentido, DICTA ha introducido cultivares originarios de Sudamérica y se ha comenzado a hacer las primeras evaluaciones. En el cuadro 2 se presentan los resultados de una evaluación llevada a cabo entre mayo y julio de 2011. En este estudio destaca la variedad Newen, originaria de Argentina. Sin embargo, el proceso de evaluación de cultivares en el país requiere réplicas del estudio en todas las zonas productoras de papa en el país, por lo que la evaluación de estas variedades recién comienza y resultados concluyentes se obtendrán más adelante.

Cuadro 2. Evaluación de 11 variedades de papa sur americanas en la Estación Experimental Santa Catarina. La Esperanza, Intibucá. Honduras. DICTA. 2011

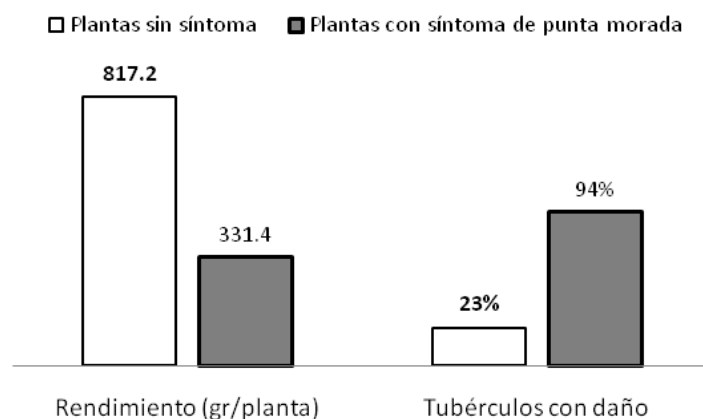
| Variedad | Primera (qq/mz) |
|-----------|-----------------|
| Newen | 429 |
| Pampeana | 198 |
| Patagonia | 175 |
| Pukara | 163 |
| Frital | 155 |
| Ona | 155 |
| Araucana | 105 |
| Karu | 79 |
| Calin | 41 |
| Pehuenche | 35 |

Manejo de Plagas

Una de las plagas más importantes del cultivo de la papa en Honduras en los últimos años es el insecto conocido como Paratrioza (*Bactericera Cockerelli*). La importancia de este insecto deriva del hecho que es vector de la bacteria fitopatógena *Candidus* sp., misma que inocula a las plantas cuando se alimenta de ellas. Esta bacteria provoca daños severos a las plantaciones de papa y otras solanáceas, causando una enfermedad conocida como "Punta morada". Sin embargo, toda la información sobre los niveles de daño de este insecto nos ha llegado de otros países.

Con el objetivo de determinar cuan dañina resulta la bacteria para los cultivos de papa en Honduras, DICTA ha llevado a cabo un estudio consistente en determinar el efecto sobre la calidad y rendimiento de la cosecha de plantas con síntomas de daño comparadas con plantas sin presencia de síntomas. Los resultados muestran que hubo una significativa reducción de los rendimientos en plantas que presentaron la sintomatología del daño por paratrioza (Figura 11). Igualmente, casi la totalidad de los tubérculos producidos por plantas con síntoma de daño por Paratrioza presentaron signos de la presencia de la bacteria, lo que los hace descartables para la venta. También resulta interesante el hecho de que aún las plantas que se observaron sanas presentaron un 23 % de sus tubérculos descartables por presentar signos de la presencia de la bacteria. Esto indicaría que antes de que la planta presente síntomas visibles de la presencia de la bacteria, ésta ya ha causado daños a los tubérculos. Los resultados dejan claro la importancia de esta plaga por lo que medidas para su control deben considerarse antes de establecer cultivos de papa y demás solanáceas en las zonas altas de Honduras.

Figura 11. Efecto sobre el rendimiento y calidad de los tubérculos de plantas de papa afectadas por el Insecto paratrioza (n= 10). DICTA. 2011



Investigación 1

Resultado de una encuesta hecha a productores de papa de la zona alta de Intibucá (Honduras) entre los meses de julio y agosto de 2010.

Responsable: Milton Toledo

Resumen

En el presente documento se detalla la información obtenida mediante una encuesta hecha a los productores de papa de la zona alta de Intibucá. La misma destaca la problemática que sufre el sector en términos de competitividad del cultivo. En general, los paperos de la zona no están manejando adecuadamente sus suelos ya que la cantidad de enmienda aplicada no es suficiente. Por otro lado, se está haciendo un uso excesivo de pesticidas, más de una aplicación por semana en época seca y más de dos en la época de lluvias. Los resultados dejan claro que los productores de papa de la zona necesitan capacitación en el manejo de los suelos y manejo de plagas y enfermedades.

Introducción

Durante los meses de julio y agosto de 2010 se obtuvo información de los productores de papa de la zona alta de Intibucá mediante encuestas, esto con el objetivo de ayudarnos a determinar la situación actual del cultivo en la zona. A partir de esta información y otras, obtenidas por visita a las parcelas de los productores y mediante reuniones con técnicos relacionados con el cultivo, se espera encontrar los puntos débiles del proceso de producción. Ya con esta información, esperamos desarrollar un plan de trabajo dirigido a optimizar el proceso de producción del cultivo.

Materiales y Métodos

La encuesta se elaboró partiendo de preguntas cuyas respuestas deseábamos conocer, rendimientos, tipo de semilla, intensidad de las aplicaciones de pesticidas y el equipo usado, tipo y cantidad de enmiendas al suelo usadas, variedades preferidas, plagas más importantes a controlar.

Para obtener la información visitamos a los productores en sus plantaciones y en general, todos estuvieron muy dispuestos a colaborar. A pesar de esto, tuvimos que descartar las respuestas de ellos con respecto a las pérdidas causadas por Paratryza, ya que fue evidente que sobrevaloraron las pérdidas. Esto lo hacen porque esperan que el gobierno o las ONG les ayuden a saldar deudas contraídas para desarrollar sus plantaciones de papa y que perdieran debido a Paratryza. A continuación se expone la encuesta desarrollada:

Resultados

Hasta finales de agosto se habían encuestado más de 50 productores, sin embargo, algunas de estas encuestas las hemos descartado debido a lo poco confiable de la información aportada por algunos de los encuestados. Al final, tenemos la información de 42 productores. En los Cuadros del 1 al 7 se presenta la información resumida y obtenida a partir de la información de campo descrita en el cuadro 8.

De acuerdo a los encuestados, el 41 % del área sembrada al año se hace con semilla certificada proveniente en su mayoría de Holanda y una pequeña parte de Chile y USA. El resto de las siembras se hace con semilla obtenida de la cosecha de plantaciones con semilla certificada. En general, el rendimiento promedio es bajo, entre 270 y 300 qq/mz, en comparación a otros países del área (Guatemala: 400 a 600 qq/mz). El número de aplicaciones de pesticidas es, en general, alto; con un promedio de más de una aplicación por semana en la época seca y más de dos durante el período de lluvias. También, vale destacar, que sólo una pequeña parte de los productores usan bombas de motor. La bomba de motor es más eficiente para el control de las plagas de la papa.

La mayoría de los encuestados aplican enmiendas al suelo, sin embargo, los niveles usados son demasiado bajos (20 qq cal/mz y 17 qq gallinaza/mz). Si se quiere corregir el estado de infertilidad de la mayoría de los suelos de la zona se necesitan alrededor de 300 qq de gallinaza/mz ó 80 qq de cal dolomítica/mz.

En lo que respecta a la preferencia por algunas de las variedades comercializadas en la zona, las variedades Bellini, Provento y Caesar resultaron ser las preferidas entre los productores encuestados.

Ninguno de los productores encuestados hace análisis de suelo de los terrenos donde siembran y todos coincidieron en que Paratryza es la plaga más importante.

Solo el 30 % de los encuestados dijeron haber recibido asistencia técnica en el manejo del cultivo. Las instituciones mencionadas fueron: EDA-Fintrac, Visión Mundial, Aphofi y Funder.

Cuadro 1. Área sembrada por año de acuerdo al tipo de semilla

| Tipo de semilla | Mz | % |
|-----------------|----|----|
| Certificada | 66 | 41 |
| Segunda | 95 | 59 |

Cuadro 2. Rendimiento promedio de acuerdo al tipo de semilla

| Tipo de semilla | qq/mz primera |
|-----------------|---------------|
| Certificada | 300 |
| Segunda | 270 |

Cuadro 3. Número de aplicaciones de pesticidas por semana

| Época | Aplicaciones |
|----------|--------------|
| Seca | 1,3 |
| Lluviosa | 2,1 |

Cuadro 4. Tipo de bomba usada para aplicar pesticidas

| Tipo de bomba | % |
|---------------|----|
| Motor | 19 |
| Manual | 81 |

Cuadro 5. Uso de enmiendas al suelo

| Tipo de enmienda | qq/mz |
|------------------|-------|
| Cal | 20 |
| Gallinaza | 17 |

Cuadro 6. Variedades de papa preferidas por los productores

| Variedad | % Preferencia |
|----------|---------------|
| Bellini | 26 |
| Provento | 23 |
| Caesar | 21 |
| Arnova | 15 |
| Baraka | 6 |
| Mondial | 3 |
| Consul | 2 |
| Vivaldi | 2 |
| Ajiba | 1 |

Cuadro 7. Acceso a la asistencia técnica

| | % | Instituciones que asisten a los productores |
|----|----|--|
| Si | 30 | Eda, Visión Mundial, Aprhofi, Ecarai, Funder |
| No | 70 | |

Cuadro 8. Datos tabulados de una encuesta hecha a productores de papa de la zona alta de Intibucá durante los meses de julio y agosto de 2010

| No | Área sembrada/año Manzanas | | Rendimiento qq de primera/mz | | Fumigaciones por semana | | Tipo bomba de aspersión | | Enmienda al suelo | |
|----|-------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------------|----------|----------------------------|-------|--------------------|--------------|
| | Semilla Certificada | Semilla Segunda | Semilla Certificada | Semilla Segunda | Verano | Invierno | Manual | Motor | qq/mz Gallinaza | Cal qq/mz |
| 1 | 0,0625 | 0,125 | 320 | 280 | 2 | 2 | 1 | 0 | 16 | 16 |
| 2 | 0,25 | 0,5 | 128 | 128 | 1,5 | 1,5 | 1 | 0 | 16 | 0 |
| 3 | 0,25 | 0,25 | 288 | 224 | 2 | 3 | 1 | 0 | 24 | 16 |
| 4 | 0,25 | 0,25 | 160 | 160 | 1,5 | 1,5 | 1 | 0 | 32 | 32 |
| 5 | 0,625 | 0,56 | 224 | 128 | 1 | 2 | 1 | 0 | 32 | 1 |
| 6 | 0,7 | 1 | 320 | 240 | 1 | 2 | 1 | 0 | 32 | 16 |
| 7 | 0,25 | 0,25 | 200 | 150 | 1 | 2 | 1 | 0 | 32 | 1 |
| 8 | 1 | 2 | 320 | 320 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0,75 | 1,25 | 380 | 288 | 1 | 2 | 0 | 1 | 16 | 16 |
| 10 | 1,5 | 2,5 | 400 | 320 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 16 |
| 11 | 2 | 4 | 400 | 640 | 2 | 2 | 1 | 0 | 32 | 64 |
| 12 | 3 | 4 | 400 | 400 | 2 | 2 | 1 | 0 | 32 | 24 |
| 13 | 0,125 | 0,25 | 160 | 190 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 16 |
| 14 | 0,3 | 0,3 | 176 | 176 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 16 |
| 15 | 1 | 2 | 240 | 200 | 1 | 2 | 1 | 0 | 48 | 64 |
| 16 | 0 | 2 | 0 | 160 | 1 | 2 | 1 | 0 | 24 | 48 |
| 17 | 0,1 | 0,25 | 480 | 240 | 2 | 3 | 1 | 0 | 16 | 16 |
| 18 | 6 | 6 | 400 | 400 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 16 |
| 19 | 6 | 9 | 350 | 350 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 16 |
| 20 | 10 | 10 | 400 | 300 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 16 |
| 21 | 0,5 | 0,6 | 480 | 240 | 2 | 3 | 1 | 0 | 16 | 16 |
| 22 | 0,25 | 0,5 | 400 | 400 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 16 |
| 23 | 0,25 | 0,25 | 350 | 350 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 16 |
| 24 | 0,25 | 0,25 | 400 | 300 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 16 |
| 25 | 0,1 | 0,1 | 224 | 128 | 1 | 2 | 1 | 0 | 32 | 1 |
| 26 | 0,1 | 1 | 480 | 240 | 2 | 3 | 1 | 0 | 16 | 16 |
| 27 | 0,25 | 0,25 | 400 | 400 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 16 |
| 28 | 1 | 2 | 350 | 350 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 16 |
| 29 | 0,75 | 1,25 | 400 | 300 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 16 |
| 30 | 1,5 | 2,5 | 400 | 640 | 2 | 2 | 1 | 0 | 32 | 64 |
| 31 | 2 | 4 | 400 | 400 | 2 | 2 | 1 | 0 | 32 | 24 |
| 32 | 3 | 4 | 160 | 190 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 16 |
| 33 | 0,6 | 1 | 176 | 176 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 16 |
| 34 | 0,3 | 0,3 | 240 | 200 | 1 | 2 | 1 | 0 | 48 | 64 |
| 35 | 1 | 2 | 0 | 160 | 1 | 2 | 1 | 0 | 24 | 48 |
| 36 | 0 | 2 | 320 | 240 | 1 | 2 | 1 | 0 | 32 | 16 |

Efecto sobre los rendimientos del daño de Paratrioza sobre plantas de papa en la zona alta de Intibucá

Materiales y métodos

1. El estudio se estableció en una plantación de papa tuberosum, variedad holandesa Caesar, a 70 días de haberse sembrado y ubicada en la comunidad de El Tabor, municipio de Yamaranguila, durante el mes de agosto de 2010.
2. 10 plantas con síntoma de daño por Paratrioza, amarillamiento y morado de las hojas más nuevas, acortamiento de los entrenudos del tallo y presencia de tubérculos aéreos, fueron marcadas. De igual forma, 10 plantas sin síntomas de daño también fueron marcadas.



Fotos 1. presentando síntomas de daño por paratrioza: Izquierda, amarillamiento y punta morada; centro, acortamiento de los nudos y; derecha, tubérculos aéreos.

3. Cuando la plantación cumplió 90 días fue desfoliada de forma manual usando machetes.

4. 10 días después del desfoliado, los tubérculos de las plantas marcadas fueron desenterrados y contabilizado el número y peso de los tubérculos por cada planta en estudio. Posteriormente, todos los tubérculos de tercera calidad fueron partidos por la mitad para determinar si había signos de la presencia de la bacteria *Candidus*. Los tubérculos fueron contabilizados en con y sin presencia de la bacteria. Se consideraba con presencia de la bacteria los tubérculos con los haces vasculares con coloración café y el centro de la papa con coloración amarilla, tal y como se ve en la foto.



Foto 2. Izquierda, tubérculo con signos de presencia de la bacteria *Candidus* transmitida por Paratrioza. Derecha, tubérculos sanos.

5. Los datos obtenidos fueron sometidos a una prueba de t para parcelas apareadas.

Resultados

Hubo diferencias significativas sobre los rendimientos entre plantas con y sin síntoma de daño (Cuadro 1). Las plantas con punta morada presentaron 71 % menos rendimiento de papa de primera que las plantas sanas.

Del total de tubérculos cosechados de plantas con síntoma de punta morada, el 94 % presentaron signos de presencia de la bacteria *Candidus*. En el caso de las plantas sin síntomas, un 23 % de los tubérculos presentaron presencia de la bacteria, lo que indica que la ausencia de sintomatología visible en la parte aérea no significa ausencia de la enfermedad.

Desechando los tubérculos dañados, las plantas con síntoma de daño por Paratrioza rindieron en promedio 19.88 gr de papa de primera/planta, lo que equivaldría a 0.71 tm/ha, asumiendo que la totalidad de las plantas estuvieran dañadas (Esta plantación, donde se llevó a cabo este estudio mostró alrededor del 50 % de plantas con síntoma de daño por Paratrioza); mientras que las plantas sin daño visible, rindieron 635.6 gr de papa de primera/planta, equivalente a 23.4 tm/ha.

Los resultados dejan ver claramente el efecto negativo sobre los rendimientos que el daño de Paratrioza causa a las plantas de papa.

Tabla 1. Cantidad de tubérculos dañados en plantas con y sin síntoma de daño por Paratrioza.

| Tratamiento | Tubérculos de Primera/planta (gr) | Tubérculos dañados |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Con síntoma de punta morada | 331.4 | 94 % |
| Sin daño | 817.2 | 23 % |
| Probabilidad | 0.01 | 0.01 |

Conclusión

Tal y como lo indica la literatura, las plantas dañadas por Paratrioza presentaron una reducida producción de tubérculos, 19.88 gr/planta, en comparación a las plantas sin síntomas visibles, 635.6 gr/planta.

Efecto de dos dosis de gallinaza al suelo sobre el crecimiento y producción de plantas de papa crecidas en un suelo ácido y alto en manganeso

Responsable: Milton Toledo

Resumen

Plantas de papa de la variedad Provento fueron sembradas en un suelo alto en manganeso (39 mg/dm^3) y bajo pH (5.0) y enmendado con dos dosis de gallinaza, 10 y 20 t/ha, para determinar su efecto en los parámetros de crecimiento y producción de las plantas. Las plantas sembradas en suelo enmendado con la gallinaza presentaron una significativa mayor área foliar, 30 % mayor rendimiento y menor contenido de manganeso en hojas en comparación a las plantas crecidas en suelo sin gallinaza.

Introducción

Actualmente la acidez del suelo junto con los excesos de Aluminio (Al^{+3}) y Manganeso (Mn^{+2}) en suelo son de los factores más importantes reduciendo la producción en los cultivos en la zona alta de Intibucá. Las plantas crecidas bajo estas condiciones sufren daño en sus raíces lo que limita la absorción de agua y nutrientes hacia las plantas. Estudios anteriores indican que el encalado y la gallinaza son efectivos para reducir las concentraciones de Al^{+3} en el suelo, pero no para Mn^{+2} (Toledo, 2007). Sin embargo, plantas de coliflor crecidas en un suelo con alto contenido de Mn^{++} pero enmendadas con gallinaza presentaron un menor contenido de Mn^{+2} en hojas, esto a pesar de que en el suelo la concentración de Mn^{++} se mantuvo alta. En este experimento, la enmienda con gallinaza fue determinante para la producción de la coliflor. Las plantas crecidas en suelo sin gallinaza tuvieron una escasa producción.

Ahora queremos saber si el cultivo de la papa presenta igual respuesta al crecer en un suelo alto en manganeso y bajo pH pero enmendado con gallinaza. Una de las características de los cultivos de papa en la zona alta de Honduras es su sensibilidad a las enfermedades foliares. Una posibilidad es que esto se deba a las toxicidades del suelo más que a la débil resistencia a los hongos.

Con este objetivo se llevó a cabo este estudio el cual consistió en comparar parámetros de producción e incidencia de enfermedades entre plantas de papa crecidas en un suelo alto en Mn^{+2} con y sin gallinaza.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló entre febrero y mayo de 2011 (época seca) en la Estación Experimental Santa Catarina, en un suelo franco arcilloso con alto contenido de Manganeso (39 mg/dm^3) y con un pH de 5.0. El lugar está ubicado en La Esperanza, Intibucá a 1680 msnm, con temperaturas promedio mínima de $11 \text{ }^\circ\text{C}$ y promedio máxima de $21 \text{ }^\circ\text{C}$, humedad relativa cercana a 100 % en la noche y 60 % en horas de mayor insolación en el día.

El suelo sobre el cual se llevó a cabo el estudio fue arado a 30 cm de profundidad y mullido con sucesivos pases de rastra. Una vez mullido el suelo se aplicaron las diferentes dosis de gallinaza, incorporándola después manualmente picando el suelo con azadón. La siembra se hizo tres meses después de la incorporación de la gallinaza con el objetivo de permitir que ésta actuara mejorando las propiedades químicas y físicas del suelo. Para optimizar el efecto de la enmienda se hicieron riegos por gravedad semanales. Previo a la siembra se hicieron sucesivos pases de motocultor para ablandar el suelo nuevamente.

Para la siembra se hicieron surcos de 15 cm de profundidad separados a una distancia de 0.9 m, aplicando el fertilizante e insecticida a chorro corrido al fondo del surco, cubriéndolos después con una capa de suelo. Posteriormente se puso la semilla a una distancia de 0.30 cm y se cubrió con una capa de suelo de unos 10 cm. Como semilla se usaron tubérculos de la variedad Provento provenientes de Holanda como semilla certificada. Todos los tubérculos semilla presentaron en su mayoría diámetros entre 35 y 45 mm, aun así estos fueron clasificados en pequeños y grandes, sembrando primero y hasta donde alcanzaron los grandes y después los pequeños, esto para lograr el bloqueo por tamaño. Al momento de la siembra los tubérculos semilla contenían en su mayoría tres brotes.

La fertilización consistió en la aplicación de 250-250-250 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O . La totalidad del fósforo y la mitad del nitrógeno y potasio se aplicó al momento de la siembra y el resto del nitrógeno y potasio se aplicó al momento del aporque, 30 días después de la siembra. Los fertilizantes usados fueron 12-24-12, KCl y Urea.

El riego se hizo a través de cintas de goteo aplicando tres horas de riego los lunes, miércoles y viernes.

El control de plagas y enfermedades se hizo con aplicaciones de Monarca (Thiacloprid, Beta-ciflutrina), Thiodan (Endosulfan), Curzate (Cymoxanil y Mancozeb), Bravo (Clorotalonil) y amistar (Azoxytobin) aplicándolos mediante una bomba de mochila motorizada cada vez que el muestreo de plagas indicaba la necesidad del control químico. No hubo presencia de Paratrioza, pero sí de la mosca minadora (*Liriomyza*) y mosca blanca.

Las parcelas experimentales consistieron de un rectángulo de terreno de 3.6 x 9 m que contenían cuatro surcos de nueve metro de largo. Los tratamientos fueron ordenados aleatoriamente en cuatro bloques con el objetivo de eliminar el error experimental por tamaño de la sombra y gradiente de concentración de Mn⁺² en el suelo.

Los tratamientos evaluados fueron:

1. 20 tm/ha de gallinaza
2. 10 tm/ha de gallinaza
3. Sin gallinaza

Datos tomados

Para la toma de datos de infecciones foliares de enfermedades se consideró toda la parcela experimental (Cuatro surcos de 9 m); mientras que los datos de cosecha fueron tomados de los dos surcos centrales.

1. Brotación: A los 12 días después de la siembra se contabilizó el número de plantas brotadas por parcela experimental.

2. Enfermedades: A partir de los 30 días después de la siembra las plantas fueron examinadas semanalmente y contabilizadas las pústulas del tizón tardío y el número de plantas afectadas por bacteriosis (*Erwinia* y *Ralstonia*). Como la infección por tizón tardío fue en general muy baja, los datos se presentaron como número de pústulas por parcela experimental (116 plantas).

Se consideraban plantas dañadas por la bacteria *Erwinia* aquellas que presentaban marchitez, y pudrición blanda del tubérculo madre o del tallo acompañado a veces de mal olor; y por *Ralstonia* a las plantas que presentaban marchitez pero sin pudrición blanda, y que los haces vasculares del tubérculo presentaban una coloración café o que, en casos avanzados de la enfermedad, segregaban “pus”. Sin embargo, a veces no era posible distinguir una de otra, por lo que al final consideramos mejor presentar el daño por ambas bacterias juntas como “daño por bacterias”. También se contabilizó el número de plantas afectadas por *Rhizoctonia*. Se consideraban afectadas por *Rhizoctonia* aquellas plantas que presentaban leves amarillamientos y coloración rojiza o morada de las hojas más nuevas, nudos entrecortados, tubérculos aéreos y los haces vasculares del pie del tallo de coloración oscura.

3. Área foliar: Para la determinación del área foliar se escogieron tres plantas por parcela experimental (la más grande, mediana y la más pequeña) de los bloques 1 (Más manganeso) y 4 (Menos manganeso), totalizando seis plantas por cada tratamiento. A cada planta se le midió el largo y ancho de todas sus hojas en tres fechas diferentes (25, 40 y 69 días después de la siembra). El Largo se tomaba desde el pegue de la hoja al tallo hasta la punta del último folíolo y el Ancho se medía en la parte más ancha de la hoja que a veces era en los folíolos 2 y 3, y a veces en folíolos 4 y 5, contados a partir del folíolo más distal (la punta de la hoja). El área foliar de cada hoja se obtuvo mediante la ecuación:

$$\text{Área foliar: } [(Largo * ancho) * 0.52] - 2$$

Los datos de área foliar de cada hoja eran sumados por el total de hojas de cada planta para obtener el área foliar por planta. Los datos fueron presentados como promedio del área foliar de seis plantas por tratamiento. Para obtener la ecuación se relacionó mediante regresiones lineales el peso de un cm² de papel con el peso en papel de los folíolos de cada hoja calculados. Para esto se usaron 30 hojas de diferentes tamaños.

4. Cosecha: Los datos de cosecha fueron tomados de los dos surcos centrales (9 m de largo y separados 0.9 m). Una vez cosechados, los tubérculos fueron clasificados en Primera (diámetro igual o mayor a 60 mm, medidos en la parte más delgada del tubérculo), Segunda (entre 40 y 60 mm) y Tercera (30 a 40 mm). También los tubérculos fueron clasificados de acuerdo al tipo de daño que presentaron en bacteriosis y roña, que fueron las enfermedades presentes. Una vez clasificados, los tubérculos eran contabilizados y pesados.

5. Análisis químico del suelo: A los 65 días después de la siembra se tomaron al azar y de puntos no fertilizados muestras de suelo a 10 cm de profundidad de todas las parcelas experimentales (seis submuestras por parcela experimental). Las submuestras de cada tratamiento fueron mezcladas, tomando al final una muestra de una libra de suelo que se depositó en bolsas plásticas nuevas, marcadas con la información necesaria y enviadas al laboratorio de suelos de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) en La Lima, Cortés.

6. Análisis químico de hojas: También, a los 65 días después de la siembra, se tomaron muestras de hoja de las plantas de todas las parcelas experimentales para luego hacer una muestra por cada tratamiento. De cada parcela experimental se tomaron 12 hojas, las jóvenes más desarrolladas, generalmente la cuarta hoja contando de arriba hacia abajo, para al final hacer una muestra de 48 hojas. Las hojas fueron puestas en bolsas de papel y marcadas con la información necesaria y enviadas inmediatamente al laboratorio de suelos de la FHIA. La siembra se hizo el 3 de febrero de 2011 y la cosecha el 17 de mayo del mismo año.

Resultados y discusión

Debido a que los análisis de suelo y hojas de plantas se limitaron a una sola muestra por tratamiento y no a uno por cada parcela experimental (por falta de presupuesto), no fue posible eliminar el sesgo causado por aspectos de variación natural del suelo y tejidos de plantas, ni por los métodos de recolección de muestras y de extracción en el laboratorio. Por tanto, no es posible hacer deducciones definitivas en los aspectos de la química de suelos y tejido de plantas. Entonces nos limitaremos a referirnos a los casos en que los resultados son tan contrastantes entre los tratamientos que resulta obvio el efecto de estos y en aquellos donde los resultados se presentan concordantes con los reportados por otros investigadores en trabajos similares.

A pesar de que el suelo de las parcelas a las que se les aplicó gallinaza presentaron un mayor contenido de manganeso (Cuadro 1), las plantas de papa crecidas en suelo enmendado con gallinaza presentaron menor contenido de Manganeso en hojas (Cuadro 2). Estos resultados son consistentes a los obtenidos por Toledo (2007), quien hizo el mismo estudio pero con plantas de coliflor, y por otros investigadores (Mokolobate y Haynes, 2002). La explicación típica es que la gallinaza sube el pH rápidamente, aunque luego baja, volviendo insoluble el manganeso para las plantas en el período en que el pH se eleva. Se ha reportado que la solubilidad del Manganeso en el suelo disminuye 100 veces por cada unidad de pH incrementado (Hue y colaboradores, 2001), dejando de ser tóxico a pH del suelo arriba de 5.8 (Gupta y colaboradores, 1973).

La capacidad de la gallinaza de subir el pH del suelo se debe a que en general tiene contenidos altos de Carbonato de Calcio. Debido a esto las parcelas enmendadas con gallinaza presentaron un significativo mayor contenido de calcio.

Cuadro 1. Composición química del suelo bajo diferentes dosis de gallinaza, cinco meses después de su aplicación. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| | Gallinaza 20 tm/ha | Gallinaza 10 tm/ha | Sin enmienda |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| pH | 5.3 | 5.3 | 5.0 |
| Materia orgánica. % | 4.44 | 4.96 | 4.60 |
| Nitrógeno total % | 0.22 | 0.25 | 0.23 |
| Fósforo mg/dm ³ | 13 | 7 | 4 |
| Potasio mg/dm ³ | 771 | 913 | 503 |
| Calcio mg/dm ³ | 1550 | 1070 | 820 |
| Magnesio mg/dm ³ | 203 | 153 | 133 |
| Hierro mg/dm ³ | 15.3 | 15.1 | 13.3 |
| Manganeso mg/dm ³ | 66.2 | 46.1 | 39.2 |
| Cobre mg/dm ³ | 1.22 | 0.82 | 0.80 |
| Zinc mg/dm ³ | 1.66 | 0.98 | 0.38 |

** El pH en agua al 2.5/1; P, K, Ca y Mg se determinó mediante NH₄OAc 1 N a pH de 4.8; Fe, Mn, Cu y Zn mediante DTPA pH: 7.3

Cuadro 2. Contenido mineral en hojas de plantas de papa (Var. Provento), 69 días después de la siembra, crecidas en un suelo enmendado con diferentes dosis de gallinaza. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| Tratamientos | N | P | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Cu | Zn |
|--------------------|-------------------|------|------|------|------|-----|------|----|----|
| | % de materia seca | | | | | ppm | | | |
| 20 Tm/ha gallinaza | 5.14 | 0.29 | 7.25 | 1.97 | 0.46 | 409 | 596 | 11 | 34 |
| 10 Tm/ha gallinaza | 4.41 | 0.27 | 7.12 | 1.89 | 0.34 | 444 | 716 | 11 | 34 |
| Sin enmienda | 5.09 | 0.24 | 5.01 | 1.61 | 0.26 | 438 | 1193 | 10 | 31 |

Hubo efecto positivo de la gallinaza aplicada al suelo sobre los rendimientos de las plantas de papa en estudio (Cuadro 3). Las plantas crecidas en suelo con 20 y 10 tm/ha de gallinaza produjeron 30 y 17 % mayor rendimiento que las plantas crecidas en suelo sin gallinaza, respectivamente. También hubo efecto de la enmienda sobre la calidad de la cosecha, las plantas de suelos enmendados con 20 tm/ha de gallinaza produjeron 33 % más rendimiento de primera que las plantas sin enmienda, mientras que las plantas con 10 tm/ha produjeron 14 % mayor rendimiento de primera. No hubo efecto significativo de la enmienda sobre el número de tubérculos lo que indicaría que la enmienda no afectó la tuberización.

Este mayor rendimiento de las plantas en suelo enmendado es una consecuencia del efecto positivo de la gallinaza sobre el desarrollo de las plantas. En el cuadro 4 se puede ver que las plantas enmendadas produjeron una significativa mayor área foliar que las plantas sin enmienda.

Cuadro 3. Rendimiento de plantas de papa (Var. Provento) crecidas en un suelo alto en manganeso y bajo dos dosis de gallinaza, aplicadas como enmienda al suelo tres meses antes de la siembra. Datos por parcela de 16.2 m²

| Tratamientos | Número total de tubérculos | Peso total de tubérculos (Kg) | Peso de tubérculos de primera (Kg) | Peso de tubérculos de segunda (Kg) |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 20 tm/ha gallinaza | 611.50 a | 57.87 a | 38.49 a | 12.05 a |
| 10 tm/ha gallinaza | 594.00 a | 51.88 b | 32.96 ab | 11.17 a |
| Cero gallinaza | 539.75 a | 44.45 c | 28.88 b | 10.08 a |
| Significancia | ns | 0.0003 | 0.0075 | ns |

* No significativo

Cuadro 4. Área foliar de plantas de papa (Var. Provento)* crecidas en un suelo alto en manganeso y bajo dos dosis de gallinaza, aplicadas como enmienda al suelo tres meses antes de la siembra. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| | 25 días después de siembra | 40 días después de siembra | 69 días después de siembra |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 20 tm/ha gallinaza | 1,356 a | 5,405 a | 8,065 a |
| 10 tm/ha gallinaza | 1,211 a | 3,812 b | 8,309 a |
| Cero gallinaza | 853 b | 2,678 b | 4,712 b |
| Significancia | 0.0152 | 0.0174 | 0.0330 |

* Obtenida mediante [(Largo * ancho de cada hoja)*0.52]-2

** n= 6 plantas

No hubo efecto de la enmienda sobre la incidencia de enfermedades bacteriales en plantas y tubérculos ni en la infección del follaje por tizón tardío (Cuadro 5). Los datos presentados en el Cuadro 5 parecen indicar que sí hubo diferencias significativas, especialmente en el grado de infección del tizón, sin embargo, esta infección fue un caso aislado y que casualmente recayó en una de las parcelas sin gallinaza.

Sí se presentó un leve incremento de tubérculos con síntomas de daño por roña en las plantas crecidas en las parcelas enmendadas con gallinaza, aunque la infección es tan baja que es difícil concluir aquí que se haya debido a la gallinaza. El número de plantas afectadas por *Rhizoctonia* fue muy bajo (< 1%) y no afectado por los tratamientos.

Cuadro 5. Niveles de daño por fitopatógenos en parcela de papa (Var. Provento) bajo diferentes dosis de gallinaza al suelo. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| Tratamientos | % de plantas perdidas por bacteriosis | No de pústula del tizón tardío por 116 plantas | tubérculos con daño bacterial (% del peso total) | tubérculos con daño por roña (% del peso total) |
|--------------------|---------------------------------------|--|--|---|
| 20 tm/ha gallinaza | 3.7 a | 1.75 a | 5.4 a | 2.3 ab |
| 10 tm/ha gallinaza | 4.7 a | 7.00 a | 6.7 a | 3.4 a |
| Cero gallinaza | 1.9 a | 15.50 a | 6.5 a | 1.5 b |
| Significancia | ns* | ns | ns | 0.0439 |

* No significativo

Hubo efecto de los tratamientos en el número de plantas brotadas 12 días después de la siembra, presentándose la mayor brotación en las parcelas tratadas con gallinaza (Cuadro 6), quizás como consecuencia de la mejora del aspecto físico del suelo.

Cuadro 6. Brotación de plantas de papa (Var. Provento) sembradas en un suelo bajo dos dosis de gallinaza, aplicadas como enmienda al suelo tres meses antes de la siembra. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| Tratamientos | Número de plantas brotadas 12 días después de la siembra (%) |
|----------------------|---|
| 20 tm/ha gallinaza | 51 a |
| 10 tm/ha gallinaza | 47 a |
| Cero gallinaza | 28 b |
| Significancia | 0.0390 |

Conclusión

La gallinaza redujo la absorción de manganeso por las plantas de papa, promovió un mayor desarrollo vegetativo e incrementó el rendimiento de primera calidad hasta en un 33%.

Literatura citada

Gupta, U.C.; Macleod, J.A.; Macleod, L.B. 1973. Effects of Aluminum, Manganese, and lime on toxicity symptoms, nutrient composition, and yield of barley grown on a podzol soil. *Plant and Soil*. Vol. 39, No2, Oct, 1973.

Hue, N.V.; Vega, S. y Silva, J. Manganese toxicity in a Hawaiian oxisol affected by soil pH and organic amendments. *SSSAJ* 65:153-160 (2001)

Mokolobate, M.S. y Haynes, R.J. Comparative liming effect of four organic residues applied to an acid soil. *Biol Fertil Soils* (2002) 35:79-85

Toledo, M. Efecto de dos enmiendas orgánicas sobre la producción de Coliflor en un suelo con concentraciones altas de Al^{+3} y Mn^{+2} . FHIA-La Esperanza. Informe Técnico 2007.

Investigación 4

Efectividad de tres formas de aplicación del fertilizante fosfórico a un suelo fijador de fósforo sobre la productividad de plantas de papa (Var. Provento).

Responsable: Milton Toledo

Resumen: Tres formas de aplicación de 300 kg/ha de P_2O_5 a un cultivo de papa (var. Provento), crecido sobre un suelo ácido y alto en manganeso, fueron evaluados: 1^{er} trat.) Una sola dosis al momento de la siembra usando 12-24-12; 2^{do} trat.), la mitad a la siembra y el resto a los 30 días después de la siembra usando 12-24-12; 3^{er} trat.) La mitad a la siembra usando 12-24-12 y el resto aplicado a través del riego a partir de los 30 días después de la siembra, por seis semanas y usando como fuente el ácido fosfórico. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el número y peso de los tubérculos cosechados ni en la concentración de fósforo en hojas.

Introducción

Las plantas adsorben el fósforo del suelo en forma iónica como ácido fosfórico (HPO_4^-). El ácido fosfórico es muy inestable en el suelo ya que rápidamente forma compuestos insolubles para las plantas con otros elementos como el aluminio, manganeso, calcio, zinc, hierro. Esta característica del ácido fosfórico provoca pérdidas para la agricultura, ya que del contenido de fósforo de los fertilizantes aplicados al suelo, solo alrededor del 20 % es utilizado por las plantas. El resto es absorbido por el medio, quedando fijado, no pudiendo ser utilizado por las plantas a corto plazo.

Esto es especialmente crítico para países como Honduras ya que el fósforo, uno de los fertilizantes más caros de obtener, lo tendrá que comprar por siempre a países que lo producen.

A raíz de lo anterior, es necesario tomar medidas que lleven a incrementar la efectividad de los fertilizantes fosforados.

Un aspecto que puede ayudar a mejorar la efectividad de este nutriente aplicado al suelo es la forma de aplicación. En suelos ácidos y altos en aluminio, hierro y manganeso como muchos suelos de Honduras, la recomendación es hacer la aplicación en forma localizada (en banda o por postura), ya que así el ácido fosfórico queda menos expuesto a ser adsorbido.

Además, también hay que considerar que actualmente mucha del área sembrada con cultivos están siendo fertilizados a través del riego. Teóricamente, en suelos fijadores de fósforo ésta no es una buena forma de aplicación, ya que el ácido fosfórico se dispersa con el agua de riego a través de toda la zona húmeda del suelo, quedando más expuesto a ser fijado que cuando las aplicaciones se hacen en forma localizada con fertilizantes granulados.

Sin embargo, estudios de campo son necesarios. Debido a esto, se ha desarrollado este estudio con el fin de comparar tres formas diferentes de aplicación del fósforo sobre los rendimientos y nivel de absorción del fósforo por plantas de papa crecidas en un suelo teóricamente fijador de fósforo (ácido y alto en manganeso).

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló entre febrero y mayo de 2011 (época seca) en la Estación Experimental Santa Catarina en un suelo franco arcilloso con alto contenido de Manganeso (39.2 mg/dm^3) y con un pH de 5.0. El lugar está ubicado en La Esperanza, Intibucá a 1680 msnm, con temperaturas promedio mínima de 11°C y promedio máxima de 21°C , humedad relativa cercana a 100 % en la noche y 60 % en horas de mayor insolación en el día.

El suelo sobre el cual se llevó a cabo el estudio fue arado a 30 cm de profundidad y mullido con sucesivos pases de rastra. Una vez mullido el suelo se aplicó el equivalente a 10 t/ha de gallinaza, incorporándola después manualmente picando el suelo con azadón. La siembra se hizo tres meses después de la incorporación de la gallinaza con el objetivo de permitir que esta actuara mejorando las propiedades químicas y físicas del suelo. Para optimizar el efecto de la enmienda se hicieron riegos por gravedad semanales. Previo a la siembra se hicieron sucesivos pases de motocultor para ablandar el suelo nuevamente.

Para la siembra se hicieron surcos de 15 cm de profundidad separados a una distancia de 1m, aplicando el fertilizante e insecticida (Thimet) a chorro corrido al fondo del surco, cubriéndolos después con una capa de suelo. Posteriormente se puso la semilla a una distancia de 0.30 cm y se cubrió con una capa de suelo de unos 10 cm. Como semilla se usaron tubérculos de la variedad Provento provenientes de Holanda como semilla certificada.

Todos los tubérculos semilla presentaron en su mayoría diámetros entre 35 y 45 mm, aun así estos fueron clasificados en pequeños y grandes, sembrando primero y hasta donde alcanzaron los grandes y después los pequeños. Al momento de la siembra los tubérculos semilla contenían en su mayoría tres brotes.

La fertilización consistió en la aplicación de 250-300-250 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O.

El riego se hizo a través de cintas de goteo, con goteros separados a 30 cm, aplicando tres horas de riego los lunes, miércoles y viernes. En los primeros 30 días las cintas de riego se dejaron de forma superficial, pero se aterraron en el aporque, a unos 15 cm de profundidad.

El control de plagas y enfermedades se hizo con aplicaciones de Monarca (Triacloprid, Beta-ciflutrina), Thiodan (Endosulfan), Curzate (Cymoxanil y Mancozeb), Bravo (Clorotalonil) y amistar (Azoxystrobin) aplicándolos mediante una bomba de mochila motorizada cada vez que el muestreo de plagas indicaba la necesidad del control químico. No hubo presencia de Paratrypa, pero sí de la mosca minadora (*Liriomyza*) y mosca blanca.

Las parcelas experimentales consistieron de un rectángulo de terreno de 4 x 6 m que contenían cuatro surcos de seis metros separados a 1 m. Los tratamientos fueron ordenados aleatoriamente en cuatro bloques con el objetivo de eliminar el error experimental por tamaño de la semilla (la semilla se clasificó en pequeñas y grandes) y por algunas labores de campo.

Los tratamientos evaluados fueron tres diferentes formas de aplicación de 300 kg/ha de P₂O₅ (Fósforo):

1. Una sola dosis al momento de la siembra usando el fertilizante granulado 12-24-12 como fuente y aplicado al fondo del surco.
2. La mitad a la siembra y el resto al aporque (30 días después de la siembra) usando el fertilizante granulado 12-24-12 y aplicado al fondo del surco en la primera aplicación y en banda, a unos 5 cm al lado de la hilera de plantas, cuando aplicado en el aporque.
3. La mitad a la siembra en forma granulada con 12-24-12 y el resto aplicado dos veces por semana (12.5 kg P₂O₅/ha/aplicación) por seis semanas a través del riego, comenzando a los 30 días después de la siembra y usando como fuente el ácido fosfórico (54 % P₂O₅ de acuerdo a la empresa que lo produce).

En los primeros dos tratamientos, el nitrógeno y potasio se aplicó de forma granulada, la mitad a la siembra y el resto al momento del aporque, usando los fertilizantes 12-24-12, KCl y Urea. En el caso del tercer tratamiento, la mitad del Nitrógeno y Potasio se aplicó al momento de la siembra usando 12-24-12, KCl y Urea; mientras que el resto se aplicó, a partir de los 30 días después de la siembra, dos veces por semana por seis semanas a través del riego, junto con el ácido fosfórico usando el Nitrato de Potasio como fuente.

Los riegos se hacían por tres horas tres veces por semana, lunes, miércoles y jueves. La aplicación del fósforo a través del riego se hacía los lunes y viernes, inyectándolo al sistema en un lapso de alrededor de una hora y comenzando 1.5 horas después de iniciado el riego. Una vez que finalizaba la aplicación del fertilizante, se dejaba el riego por 30 minutos más.

Datos tomados

Enfermedades: A partir de los 30 días después de la siembra las plantas fueron examinadas semanalmente y contabilizadas las pústulas del tizón tardío y el número de plantas afectadas por bacteriosis (*Erwinia* y *Ralstonia*). Como la infección por tizón tardío fue en general muy baja y no afectada por los tratamientos no será presentada en los resultados.

Se consideraban plantas dañadas por la bacteria *Erwinia* aquellas que presentaban marchitez, y pudrición blanda del tubérculo madre o del tallo acompañado a veces de mal olor; y por *Ralstonia* a las plantas que presentaban marchitez pero sin pudrición blanda, y que los haces vasculares del tubérculo presentaban una coloración café o que, en casos avanzados de la enfermedad, segregaban “pus”. Sin embargo, a veces no era posible distinguir una de otra, por lo que al final consideramos mejor presentar el daño por ambas bacterias juntas como “daño por bacterias”. También se contabilizó el número de plantas afectadas por *Rhizoctonia*. Se consideraban afectadas por *Rhizoctonia* aquellas plantas que presentaban leves amarillamientos y coloración rojiza o morada de las hojas más nuevas, nudos entrecortados, tubérculos aéreos y los haces vasculares del pie del tallo de coloración oscura. Sin embargo, al igual que con el tizón tardío, la presencia de esta enfermedad fue tan baja que no será presentada en los resultados.

Cosecha: Los datos de cosecha fueron tomados de los dos surcos centrales. Una vez cosechados, los tubérculos fueron clasificados en Primera (diámetro igual o mayor a 60 mm, medidos en la parte más delgada del tubérculo), Segunda (entre 40 y 60 mm) y Tercera (30 a 40 mm). También los tubérculos fueron clasificados de acuerdo al tipo de daño que presentaron en bacteriosis y roña, que fueron las enfermedades presentes. Una vez clasificados, los tubérculos eran contabilizados y pesados.

Muestras de suelo: Tres meses antes de la siembra y unos días antes de la aplicación de 10 tm/ha de gallinaza al suelo, se tomaron muestras del suelo y enviadas al laboratorio de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), en La Lima, Cortés, para la determinación de su condición química. 71 días después de la siembra y 160 días después de la aplicación de la gallinaza, se tomaron muestras de suelo por cada uno de los tratamientos para determinar su condición química en el laboratorio de la FHIA. En este último caso, 10 submuestras por cada parcela experimental fueron tomadas, de lugares no fertilizados. Luego, todas las submuestras de cada uno de los tratamientos fueron mezcladas, tomando finalmente una muestra de una libra por cada tratamiento, puestas en bolsas plásticas nuevas, etiquetadas con la información necesaria y enviadas al laboratorio.

Muestras de hojas: A los 36 y 70 días después de la siembra, se tomaron muestras de hoja de las plantas de todas las parcelas experimentales para luego hacer una muestra por cada tratamiento. De cada parcela experimental se tomaron 12 hojas, las jóvenes más desarrolladas, generalmente la cuarta hoja contando de arriba hacia abajo, para al final hacer una muestra de 48 hojas. Las hojas fueron puestas en bolsas de papel y marcadas con la información necesaria y enviadas inmediatamente al laboratorio de suelos de la FHIA para la determinación de su contenido mineral.

La siembra se hizo el 3 de febrero de 2011 y la cosecha el 16 de mayo del mismo año.

Resultados y discusión

No hubo efecto de las diferentes formas de aplicación del fósforo sobre el número de tubérculos y peso de la cosecha de las plantas en evaluación (Cuadro 1). En promedio, el número de tubérculos cosechados fue de 397/12 m², el rendimiento total de 38 kg/12 m² (31.7 tm/ha) y el rendimiento de tubérculos de primera calidad de 25.9 kg/12 m² (21.5 tm/ha). Tampoco fue afectado por los tratamientos el número de plantas perdidas por daño bacterial, promedió 10.5 %; lo mismo la proporción de tubérculos cosechados con daño por bacterias (5.8 %) y por roña (4.3 %).

A pesar de que el suelo presentó un contenido bajo de fósforo, 7 mg/dm³ (Cuadro 2), el contenido de este nutriente en hojas se mantuvo en el rango normal (0.25 a 0.50 % en base a materia seca) tanto a los 37 días como a los 70 días después de siembra (Cuadros 3 y 4). Estos resultados indican que tanto las fuentes de fósforo usadas (12-24-12 y ácido fosfórico), así como la cantidad y las formas de aplicación del fósforo fue adecuado para las plantas en estudio.

Cuadro 1. Rendimiento de plantas de papa (Var. Provento) crecidas bajo tres formas de aplicación del fósforo al suelo. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011. Datos por parcela de 12 m²

| Tratamientos | Número total de tubérculos | Tubérculos Total (Kg) | Tubérculos de primera (Kg) | Tubérculos de segunda (Kg) |
|---|----------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Todo a la siembra | 383.7 a | 39.1 a | 27.4 a | 6.0 a |
| Mitad a la siembra y mitad a los 30 dds* | 380.0 a | 35.3 a | 23.9 a | 5.7 a |
| Mitad a la siembra y el resto por el goteo a partir de los 30 dds | 427.7 a | 39.8 a | 26.3 a | 8.0 a |
| Significancia | ns** | ns | ns | ns |
| CV | 10 % | 14 % | 18 % | 12 % |

* Días después de siembra

** Diferencias no significativo

Debido a que en general se considera que la mejor forma de aplicación del fósforo en suelos altamente fijadores, como el usado en este estudio (bajo pH y alto en Manganeso y Hierro), es en banda; antes de este estudio hemos manejado la hipótesis de que la aplicación del fósforo a través del riego es una forma ineficiente de aplicación ya que al esparcirse el ácido fosfórico por toda la zona húmeda del suelo queda muy expuesto a ser retenido por formar compuestos insolubles para las plantas con el hierro, manganeso, aluminio, calcio, etc, volviéndose deficiente para las plantas.

Sin embargo, este no fue el caso, como lo demuestra el hecho de que la concentración de fósforo en tejidos fue igual para todas las formas de aplicación. La fijación del ácido fosfórico, en especial en los suelos ácidos del trópico, es un hecho de más reconocido y que nosotros no pondremos en entredicho por los resultados de este estudio. La explicación más viable que encontramos es que las 10 tm/ha de gallinaza aplicada al suelo como enmienda, tres meses antes de hacer la siembra, haya reducido el área de fijación del fósforo en el suelo. Se considera que durante la descomposición de la materia orgánica se liberan ácidos orgánicos de carga negativa que forman compuestos con elementos fijadores del fósforo, como el aluminio, calcio, hierro, manganeso, lo que reduce los puntos de fijación para el fósforo quedando éste, por tanto, accesible para las plantas (Montesinos, 1977; Alam, 1999; Mokolobate y Haynes, 2002).

Cuadro 2. Composición química del suelo* sobre el cual se desarrolló el estudio antes y después de la aplicación de 10 tm/ha de gallinaza seca como enmienda al suelo. Estación Experimental Santa Catarina. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| Época | pH | % M.O. | % N total | mg/dm ³ | | | | | | | |
|---|-----|--------|-----------|--------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|
| | | | | P** | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Cu | Zn |
| Antes de la enmienda (90 días antes de la siembra) | 5.0 | 4.57 | 0.228 | 4 | 503 | 820 | 133 | 13.3 | 39.2 | 0.80 | 0.38 |
| 160 días después de la enmienda (70 días después de la siembra) | 5.2 | 4.96 | 0.248 | 7 | 913 | 1070 | 153 | 15.1 | 46.1 | 0.82 | 0.98 |

* El pH en agua al 2.5/1; P, K, Ca y Mg se determinó mediante NH₄OAc 1 N a pH de 4.8; Fe, Mn, Cu y Zn mediante DTPA pH: 7.3.

** Concentración normal: fósforo= 10 a 20 mg/dm³
manganeso= 2 a 10 mg/dm³

Cuadro 3. Contenido mineral en hojas de plantas de papa (Var. Provento) bajo tres formas de aplicación del fósforo, 36 días después de la siembra. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| Tratamientos | N | P | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Cu | Zn |
|---|------|------|------|------|------|-----|-----|----|----|
| | | | | | | | | | |
| Todo a la siembra | 6.24 | 0.78 | 4.62 | 0.98 | 0.39 | 286 | 620 | 16 | 64 |
| Mitad a la siembra y mitad a los 30 dds* | 6.75 | 0.78 | 4.14 | 1.07 | 0.42 | 274 | 560 | 16 | 71 |
| Mitad a la siembra y el resto por el goteo a partir de los 30 dds | 7.17 | 0.78 | 4.32 | 1.07 | 0.40 | 265 | 612 | 16 | 67 |

* Días después de siembra

** Rangos normales: N: 4 – 5 %; P: 0.25 – 0.50 %; K: 4 – 6.5 %; Ca 1 – 2 %; Mg: 0.3 – 0.5 %
Fe: 50 – 100 ppm; Mn: 30 – 250 ppm; Cu: 7 – 20 ppm; Zn: 20 – 60 ppm

Cuadro 4. Contenido mineral en hojas de plantas de papa (Var. Provento) bajo tres formas de aplicación del fósforo, 70 días después de la siembra. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| Tratamientos | N | P | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Cu | Zn |
|---|------|------|------|------|------|-----|-----|----|----|
| | | | | | | | | | |
| Todo a la siembra | 4.45 | 0.27 | 7.10 | 1.85 | 0.38 | 442 | 746 | 8 | 34 |
| Mitad a la siembra y mitad a los 30 dds* | 4.37 | 0.29 | 8.63 | 1.99 | 0.44 | 440 | 655 | 10 | 32 |
| Mitad a la siembra y el resto por el goteo a partir de los 30 dds | 4.63 | 0.29 | 7.95 | 1.89 | 0.40 | 439 | 467 | 10 | 21 |

* Días después de siembra

** Rangos normales: N: 4 – 5 %; P: 0.25 – 0.50 %; K: 4 – 6.5 %; Ca 1 – 2 %; Mg: 0.3 – 0.5 %
Fe: 50 – 100 ppm; Mn: 30 – 250 ppm; Cu: 7 – 20 ppm; Zn: 20 – 60 ppm

Por otro lado, en 1972 Cheng y Oullette en Canadá encontraron que plantas de papa (no se indica la variedad) crecidas en un suelo ácido y alto en Manganeso no produjeron cuando la fuente del fósforo usada fue el ácido fosfórico (H₂PO₄), además del sulfido fosfórico (P₄S₇), triclorido de fosfato (PCl₃) y fosfato de aluminio (AlPO₄). Sin embargo, en este estudio los rendimientos no fueron afectados por el ácido fosfórico (que fue la fuente usada en este estudio para la aplicación del fósforo a través del riego).

Otro aspecto observado fue una significativa reducción del manganeso en hojas a los 70 días después de la siembra y cuando la aplicación del fósforo se hizo a través del riego (Cuadro 4). Es reconocido que el fósforo aplicado al suelo puede reducir la absorción del manganeso por las plantas (Rosas et al, 2011; Nielsen et al, 1992).

Esto podría ser un indicativo de que en realidad el fósforo aplicado a través del riego en este estudio si se acompañó con otros elementos en el suelo, en este caso con manganeso. Sin embargo, si esto fuera así, el contenido de fósforo en hojas también hubiera disminuido, cosa que no se produjo. Es posible que esto se haya debido al hecho de que la gallinaza y el fertilizante soluble en suma hayan puesto a disposición de las plantas una alta cantidad de fósforo, suficiente como para que una parte se acompañara con el manganeso, sin afectar la disponibilidad para las plantas. Una situación similar se presentó con el zinc.

También, se presentó un significativo mayor contenido de potasio y calcio en hojas a los 70 días después de la siembra en comparación con las muestras de hojas obtenidas a los 36 días (Cuadros 3 y 4).

En este caso solo se confirma lo ya reconocido, que el potasio y calcio son absorbidos en mayor cantidad por las plantas de papa durante la tuberización, proceso que se da en la segunda mitad del ciclo del cultivo (el ciclo de la variedad usada en este estudio fue de 90 días).

También se presentaron diferencias significativas en la concentración de nitrógeno y fósforo en hojas a los 36 y 70 días después de la siembra. En el caso del nitrógeno, hubo un mayor contenido a los 36 días lo que es una situación normal ya que como lo han indicado diversos investigadores, la mayor necesidad de nitrógeno por las plantas se da en la primera mitad del ciclo, que es cuando la planta está en mayor crecimiento. En el caso del fósforo, también se presentó mayor contenido en hojas en la primera mitad del ciclo.

Conclusión

Los rendimientos de las plantas en estudio no fueron afectados por ninguna de las formas de aplicación del fósforo evaluadas en este estudio.

Literatura citada

Alam, M. Phosphate adsorption in soils and its availability to plants. 1999. Facultad de Agricultura. Universidad de Gomal. Pakistan.

Cheng, B.T. y Ouellette, G.J. Manganese toxicity in potatoes as affected by various P sources. Canadian Journal of Soil Science. 52:274-277. 1972.

Mokolobate, M.S. y Haynes, R.J. Comparative liming effect of four organic residues applied to an acid soil. Biol Fertil Soils (2002) 35:79-85.

Montesinos, C. Manejo Biológico del fósforo en el suelo. Revista Clades, Agroecología y Desarrollo, 8/9 noviembre, 1997.

Tisdale, S.L.; Nelson, W.L.; Beaton, J.D. (1985) Soil and Fertilizer Phosphorus. En: Soil Fertility and Fertilizer. McMillan Publishing Company. New York, USA. pp. 189-248.

Evaluación de la producción comercial de variedades establecidas mediante la semilla producida en el Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa en Opatoro, La Paz.

Responsable: Milton Toledo

Resumen: Dos variedades de papa con semilla originaria del Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa, Mondial y Caesar, fueron comparadas contra dos variedades con semilla originaria de Holanda, Bellini y Arnova. Solo la variedad Bellini (Semilla holandesa) presentó rendimientos aceptables, el resto de las variedades fueron afectadas por enfermedades bacteriales (en su mayoría por Erwinia) que redujeron significativamente la población de plantas. No quedó claro si la fuente de los fitopatógenos fue el suelo o la semilla.

Importancia del Trabajo:

En el mes de abril de 2010 se inauguró el Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa, ubicado en la comunidad de Santa Cruz en Opatoro, La Paz. El objetivo de este Centro es la producción de semilla de papa de óptima calidad a un menor costo que la importada. Esto vendría a mejorar la endeble rentabilidad del cultivo de papa en Honduras; ya que la semilla es el insumo más caro, entre el 40 % de los costos de producción. Con el fin de asegurar que las metodologías de trabajo del Centro son idóneas para la producción de semilla de alta calidad, se ha dispuesto con la dirección del Centro desarrollar periódicamente estudios que pongan a prueba la calidad de esta semilla en comparación a la semilla certificada que viene de Holanda u otros países. Es con este objetivo que se desarrolló el presente trabajo.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló entre febrero y mayo de 2011 en un suelo franco arcilloso de la estación experimental Santa Catarina, ubicada en La Esperanza, Intibucá a 1680 msnm, con temperaturas promedio mínima de 11 °C y promedio máxima de 21 °C, humedad relativa cercana a 100 % en la noche y 60 % en horas de mayor insolación en el día.

El suelo sobre el cual se llevó a cabo el estudio fue arado a 30 cm de profundidad y mullido con sucesivos pases de rastra. Una vez mullido el suelo se aplicó el equivalente a 10 tm/ha de gallinaza descompuesta incorporándola después manualmente picando el suelo con azadón.

La siembra se hizo tres meses después de la incorporación de la gallinaza con el objetivo de permitir que la gallinaza actuara mejorando las propiedades químicas y físicas del suelo. Previa a la siembra se hicieron sucesivos pases de motocultor para ablandar el suelo nuevamente.

Para la siembra se hicieron surcos de 15 cm de profundidad separados a una distancia de 1 m, luego se aplicó el fertilizante y un insecticida a chorro corrido al fondo del surco, cubriéndolos con una capa de suelo. Posteriormente se puso la semilla a una distancia de 0.30 cm y se cubrió con una capa de suelo de unos 10 cm. Como semilla se usaron tubérculos provenientes del Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa en Opatoro y de Holanda, esta última obtenida a través de un intermediario local. Todos los tubérculos semilla presentaron en su mayoría diámetros entre 35 y 45 mm, excepto la variedad Caesar procedente de Opatoro que presentó diámetros entre 50 y 60 mm en su lado más angosto. Al momento de la siembra los tubérculos semilla contenían en su mayoría tres brotes.

La fertilización consistió en la aplicación de 250-250-250 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O. La mitad se aplicó mediante fertilizantes granulados (12-24-12, KCl y Urea) al momento de la siembra y el resto se aplicó mediante el riego a partir de los 30 días después de la siembra haciendo dos aplicaciones semanales. Como fuente se usó el ácido fosfórico y nitrato de potasio.

El riego se hizo a través de cintas de goteo aplicando tres horas de riego los lunes, miércoles y viernes.

El control de plagas y enfermedades se hizo con aplicaciones de Monarca (Thiaclopid, Beta-ciflutrina), Thiodan (Endosulfan), Curzate (Cymoxanil y Mancozeb), Bravo (Clorotalonil) y amistar (Azoxystrobin) aplicándolos mediante una bomba de mochila motorizada cada vez que el muestreo de plagas indicaba la necesidad del control químico. No hubo presencia de Paratrypa, pero sí de la mosca minadora (*Liriomyza*) y mosca blanca.

Las parcelas experimentales consistieron de un rectángulo de terreno de 4 x 5 m que contenían cuatro surcos de cinco metro de largo. Los tratamientos fueron ordenados aleatoriamente en cinco bloques (cinco repeticiones) con el objetivo de eliminar el error experimental por tamaño de la semilla (la semilla se clasificó en pequeñas y grandes) y por labores de tapado de la semilla durante la siembra y la práctica posterior de aporque de las plantas; esto porque hay diferencias entre los trabajadores en el grosor de la capa de suelo con que se tapa la semilla y la forma y altura del aporque. Los datos fueron tomados de los dos surcos centrales.

Originalmente se tenía planeado evaluar la semilla de las variedades Caesar y Mondial producida en el Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa, contra la semilla de las mismas variedades procedente de Holanda. Sin embargo no fue posible obtener semilla Holandesa de estas variedades por lo que la comparación se hizo con las variedades holandesas disponibles en el mercado. Los tratamientos evaluados fueron:

1. Variedad Caesar (Semilla de Opatoro)
2. Variedad Mondial (Semilla de Opatoro)
3. Variedad Bellini (Semilla de Holanda)
4. Variedad Arnova (Semilla de Holanda)

Características de las variedades evaluadas de acuerdo al catálogo holandés de variedades de papa (Nivap-Holland, 2007).

Caesar (Monalisa x Ropta B 1178). De forma oval alargada, piel y carne amarilla, de baja a mediana en materia seca y sensible al tizón tardío. Pertenece a la compañía holandesa HZPC.

Mondial (Spunta x SVP Ve 66295). De forma oval alargada, piel y carne amarilla, de baja a mediana en materia seca y sensible al tizón tardío. Pertenece a la compañía holandesa HZPC.

Bellini (Mondial x Felsina). De forma oval alargada, de piel y carne amarilla, de bajo a mediano contenido de materia seca y muy sensible al tizón tardío. Pertenece a la compañía holandesa STET.

Arnova (Obelix x AR 76-168-1). De forma oval, de piel y carne amarilla, baja en materia seca y muy sensible al tizón tardío.

Datos tomados

Para la toma de datos de infecciones foliares de enfermedades se consideró toda la parcela experimental (Cuatro surcos de 5 m); mientras que los datos de cosecha fueron tomados de los dos surcos centrales.

Enfermedades: A partir de los 30 días después de la siembra las plantas fueron examinadas semanalmente y contabilizadas las pústulas del tizón tardío y el número de plantas afectadas por bacteriosis (*Erwinia* y *Ralstonia*). Se consideraban plantas dañadas por la bacteria *Erwinia* aquellas que presentaban marchitez, y pudrición blanda del tubérculo madre o del tallo acompañado a veces de mal olor; y por *Ralstonia* a las plantas que presentaban marchitez pero sin pudrición blanda, y que los haces vasculares del tubérculo presentaban una coloración café o que, en casos avanzados de la enfermedad, segregaban “pus”. Sin embargo, a veces no era posible distinguir una de otra, por lo que al final consideramos mejor presentar el daño por ambas bacterias juntas como “daño por bacterias”. También se contabilizó el número de plantas afectadas por *Rhizoctonia*. Se consideraban afectadas por *Rhizoctonia* aquellas plantas que presentaban leves amarillamientos y coloración rojiza o morada de las hojas más nuevas, nudos entrecortados, tubérculos aéreos y los haces vasculares del pie del tallo de coloración oscura.

Cosecha: Los datos de cosecha fueron tomados de los dos surcos centrales (5 m de largo y separados 1 m). Una vez cosechados, los tubérculos fueron clasificados en Primera (diámetro igual o mayor a 60 mm, medidos en la parte más delgada del tubérculo), Segunda (entre 40 y 60 mm) y Tercera (30 a 40 mm). También los tubérculos fueron clasificados de acuerdo al tipo de daño que presentaron en bacteriosis y roña, que fueron las enfermedades presentes. Una vez clasificados, los tubérculos eran contabilizados y pesados. La siembra se hizo el 16 de febrero de 2011 y la cosecha el 10 de junio del mismo año.

Resultados y discusión

Debido al hecho de no haberse obtenido las mismas variedades para los dos centros de origen de la semilla usada en este estudio no iba a ser posible determinar con mayor exactitud el nivel de calidad de la semilla certificada generada en el Centro Nacional de Semilla de Papa en Opatoro en comparación a la producida en Holanda. Sin embargo y debido al amplio conocimiento respecto a la capacidad productiva de las variedades en estudio, todas ellas buenas productoras, era de esperarse que los rendimientos anduvieran cercanos para todas las variedades. Aunque este no fue el caso.

Por otro lado, hubo una significativa pérdida de plantas debido al ahogamiento de tallos y pudrición de raíces causados por bacterias, en especial *Erwinia*. Las variedades en estudio presentaron diferencias significativas en cuanto al número de plantas perdidas por el daño de estas bacterias (Cuadro 1).

Arnova (Semilla Holanda) y Mondial (Semilla Opatoro) fueron las más afectadas con un promedio de 27 % de las plantas dañadas; seguidas por Caesar con 12 % y Bellini que sorprendentemente casi no presentó pérdidas de plantas. La pregunta es ¿Qué ocasionó esta fuerte infección bacteriana? Una posibilidad es que los suelos de la estación experimental estén muy infectados por bacterias, lo que no sería raro pues allí se siembra papa continuamente. Sin embargo, llama la atención el hecho que Bellini (Semilla holandesa) no haya sido afectada. No encontramos literatura que indique que Bellini tenga resistencia a las bacterias del suelo. La otra posibilidad es que la semilla de algunas de las variedades estuviera fuertemente infectada con las bacterias. Esta teoría explicaría mejor el hecho de que Bellini no haya sido afectada por las enfermedades bacteriales. En el caso de Arnova (Semilla holandesa) la fuerte infección por bacterias fue generalizada en toda la zona alta de Intibucá y los intermediarios aceptaron que se debió a mala calidad de la semilla, por lo que tuvieron que reponer, al menos en parte, la semilla a los productores. Sin embargo, con los datos que tenemos no podemos más que especular y lo más razonable será repetir el estudio en un suelo donde no se haya sembrado papa u otras solanáceas al menos por cinco años.

Cuadro 1. Plantas perdidas debido al daño por bacterias en la evaluación de variedades de papa con semilla originaria de Holanda y del Centro Nacional de Semilla de Papa en Opatoro, La Paz. La Esperanza, Intibucá, Honduras. 2011. (Datos por parcela de 20 m²)

| Variedad | Origen de la semilla | No de plantas perdidas (De un total de 68) | | | Total % |
|---------------|----------------------|--|--------|--------|---------|
| | | 35 dds* | 62 dds | total | |
| Caesar | Opatoro | 4,8 b | 3,6 b | 8,4 b | 12.0 |
| Mondial | Opatoro | 12,0 a | 3,6 b | 15,6 a | 23.0 |
| Bellini | Holanda | 0,2 c | 0,8 b | 1,0 c | 1.5 |
| Arnova | Holanda | 4,6 b | 16,6 a | 21,2 a | 31.0 |
| Significancia | | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | |

*Días después de siembra

En el Cuadro 2 se presentan los datos de rendimiento. Consecuente con una menor pérdida de plantas por bacteriosis, Bellini presentó el mayor rendimiento, aunque no es posible compararla con el resto de variedades debido al sesgo causado por la pérdida de plantas.

A pesar que las plantas con síntoma de daño por bacterias fueron arrancadas con todo y tubérculos y enterradas fuera de las parcelas en la medida en que aparecían, durante la cosecha se encontró una alta cantidad de tubérculos infectados por bacterias, en especial en la variedad Caesar (Semilla Opatoro) (Cuadro 2).

En general la infección por tizón tardío fue baja, aun así hubo diferencias significativas en el número de pústulas presentes por parcela (prob. 0.0055). La variedad Bellini presentó el menor número de pústulas con 0.63/34 plantas, seguida por las demás con un promedio de 6.2 pústulas/34 plantas.

Cuadro 2. Rendimiento (En 10 m²) de cuatro variedades de papa con semilla originaria de Holanda y del Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa en Opatoro, La Paz. La Esperanza, Intibucá, Honduras. 2011.

| Variedad | Origen de la semilla | No total de tubérculos | Peso total Kg | Peso Primera Kg | Peso Segunda Kg | Peso Tercera Kg | Tubérculos dañados por bacterias (% del total) |
|---------------|----------------------|------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| Bellini | Holanda | 253 a | 32.0 a | 21.4 a | 4.7 a | 0.4 a | 13,7 b |
| Mondial | Opatoro | 169 b | 22.7 b | 14.7 b | 3.2 b | 0.4 a | 11,9 b |
| Caesar | Opatoro | 162 b | 19.0 b | 8.4 bc | 2.5 b | 0.3 a | 37.9 a |
| Arnova | Holanda | 156 b | 17.7 b | 11.2 c | 3.3 b | 0.5 a | 13,5 b |
| Significancia | | 0.0027 | 0.0007 | 0.0004 | 0.0118 | ns* | 0.0014 |

* no significativo

Conclusión

Los resultados no son concluyentes debido a la alta pérdida de las plantas por bacterias (Erwinia y Ralstonia) que afectaron los resultados. No está claro si la fuente de infección fue el suelo o la semilla. Lo recomendable es hacer una nueva prueba en un suelo con al menos cinco años sin cultivarse papa u otras solanáceas.

Investigación 6

Evaluación de 11 variedades de papa originarias de Sur América.

Responsable: Milton Toledo

Resumen:

Introducción

Uno de los factores más importantes limitando la competitividad del cultivo de papa en Honduras son los altos costos, en especial el costo del control químico de las plagas y enfermedades, que actualmente oscila en un 20 % del total. La alta susceptibilidad de las variedades de papa holandesas, casi las únicas usadas en el país, al hongo *Phytophthora infestan* (Tizón Tardío) es la condicionante más importante de esta situación. Las infestaciones por este hongo es la causa de que los productores tengan que hacer hasta 20 aplicaciones de pesticida por ciclo. El uso de genotipos con resistencia a este hongo es de mayor necesidad para el país. En general, se considera que los materiales originarios de Sudamérica ofrecen una mayor resistencia al tizón tardío en comparación a las variedades holandesas. Sin embargo, aspectos de calidad, en especial el color de piel (que en Honduras se prefiere amarillo) y un ciclo del cultivo más largo, han limitado la adopción de los cultivares sudamericanos en Honduras. Con el objetivo de encontrar variedades de papa con mayor adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la zona alta de Intibucá, se desarrolló este estudio, consistente en la evaluación de 11 materiales generados por los Inia's (Instituto Nacional de Investigación Agrícola) de Argentina y Chile.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Sta. Catarina en La Esperanza, Intibucá a 1680 msnm, con temperatura promedio anual de 17 °C, precipitación promedio anual de 1200 mm (distribuidos entre los meses de mayo a noviembre), humedad relativa promedio anual de 60 % al mediodía y cerca del 100 % durante la noche.

Las plantas fueron sembradas en un suelo franco arcilloso, con pH de 5.5, alto en manganeso y hierro y bajo en calcio y magnesio. Debido a esto, para mejorar la condición química del suelo, dos meses antes de la siembra se enmendó con el equivalente a 10 tm/ha de gallinaza.

Los materiales a evaluar fueron multiplicados por el Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa en Opatoro y nos fue dada como semilla registrada cosechada el 15 de noviembre/2010.

Los cultivares evaluados fueron:

| | | |
|-------------|--------------------|-----------|
| 1= Ona | 5= Patagonia | 9= Frital |
| 2= Pucara | 6= Karu | 10= Newen |
| 3= Pampeana | 7= Pehuenche | 11= Calin |
| 4= Araucana | 8= Clon R-89054-34 | |

La unidad experimental consistió de una cama de 4 m de largo, 0.30 de alto, 0.70 m de ancho y una distancia entre camas de 0.30 m (40,000 plantas/ha). Las parcelas fueron ordenadas en un DBCA, bloqueado para eliminar el error experimental por gradiente de drenaje, toxicidades de manganeso, tamaño de semilla, labores de tapado de semilla y aporque (unos trabajadores entierran más la semilla que otros o aporcan más alto que otros). Cada tratamiento se repitió cuatro veces.

Manejo del cultivo:

- La preparación del suelo consistió en un pase de arado y sucesivos pases de rastra. Dos meses antes de la siembra se hizo una enmienda al suelo con el equivalente a 10 tm/ha de gallinaza. Antes de la siembra se levantaron camas a 30 cm de altura, con el fin de mejorar la condición de drenaje y aireación del suelo.

- Para la siembra, en el centro de cada cama se hizo un surco de 20 cm de profundidad. Al fondo, se aplicó el fertilizante y pesticida (Thimet), este último para control de insectos del suelo, especialmente *Phyllophaga* (gallina ciega). Luego, el fertilizante y pesticida fueron tapados con una capa de suelo y encima de ésta, se pusieron los tubérculos semilla a 0.25 m de distancia.

- Fertilización: Nivel 250-350-250 kg/ha de N-P₂O₅ y K₂O

A la siembra: 75 % del P₂O₅ y la mitad del N y mitad del K₂O

A los 30 días: Resto del N, P₂O₅ y K₂O

La fertilización se hizo de forma manual, usando como fuentes los fertilizantes 12-24-12, KCl y Nitrato de potasio. Para el control de plagas y enfermedades se hicieron aplicaciones semanales, dirigidas al follaje, de clorotalonil (Bravo), cymoxanil + mancozeb (Curzate) y dimetomorf + mancozeb (Acrobat) para hongos; y thiaclopid + beta-ciflutrina (Monarca) y clorotalonil (Thiodan) para insectos. El agua fue suplida de forma natural por las lluvias.

La siembra se hizo el 2 de junio, 27 días después de la siembra se hizo el aporque y, a pesar de que estas variedades tienen un ciclo de mínimo 120 días (4 meses), el desfoliado se hizo a los 85 días después de la siembra; esto debido a que la bacteria del suelo *Erwinia* afectó la mayoría de plantas en estudio. La cosecha se hizo el 3 de septiembre de 2011.

Análisis Estadísticos: Los datos finales fueron sometidos al análisis de varianza mediante el programa Infostat, 2011 (Di Rienzo y colaboradores, 2011).

Resultados y discusión

Los resultados de este estudio aún no son concluyentes, esto porque muchas de las variedades evaluadas no lograron completar todo su ciclo (que en la mayoría es de mínimo 4 meses); primero, porque la mayoría perdieron la mayor parte de sus plantas debido al ataque de la bacteria *Erwinia*, presentes en los suelos de la Estación Experimental, afectando especialmente a las variedades Pehuenche, Clon R89054-34, Calin, Karu, Patagonia y Ona (Cuadro 1) y, segundo, porque las plantas que no fueron afectadas por *Erwinia*, presentaron decaimiento general del follaje a los 85 días después de la siembra, ocasionado quizás por el excesivo encharcamiento, algo típico durante la temporada de lluvias en los suelos “pesados” y con deficiente drenaje (Planos) de la Estación Experimental Santa Catarina en Intibucá. Por tanto, una repetición de este estudio se tiene programado para la época seca, condición en que las plantas responden mejor en los suelos de esta Estación Experimental. Aún así, los resultados son interesantes.

Bajo toda esta situación en contra, es destacable la respuesta de la variedad Newen (originaria de Argentina), que presentó la menor pérdida de plantas por *Erwinia* (cerca del 5 %) y, quizás por eso, presentó el mayor rendimiento (Cuadro 2), tubérculos muy grandes (los de mayor tamaño con calibre de 9 x 17 cm), buenas cualidades organolépticas (piel crema, carne amarilla y oblonga) y buen sabor.

Esta variedad fue desarrollada para consumo fresco y según sus creadores, destaca muy bien en suelos de baja fertilidad y poco riego (Pregón Agropecuario, sep, 2011). Además, indican sus creadores, que esta variedad es de ciclo intermedio, y quizás por eso, logró desarrollar a la totalidad sus tubérculos, a diferencia de la mayoría de variedades sudamericanas que tienen ciclos largos, de al menos cuatro meses.

Por otro lado, si el origen de la infección por *Erwinia* se produjo por el suelo contaminado y no por la semilla (todavía no está claro), significaría que esta variedad podría tener resistencia o tolerancia de las bacterias del suelo. Aunque esto último no es posible probarlo mediante este estudio.

Del resto de variedades no podemos decir nada aún. Habrá que repetir el estudio bajo condiciones más benignas para el cultivo, de manera que puedan desarrollar todo su ciclo

Cuadro 1. Proporción de plantas perdidas por *Erwinia* en la evaluación de 11 variedades de papa sur americanas en la Estación Experimental Sta. Catarina. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| Variedad | Plantas perdidas %* | |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| | 35 dds ** | 46 dds |
| Pehuenche | 42.2 a | 89.1 a |
| Clon R89054-34 | 20.3 b | 84.4 a |
| Calin | 17.2 b | 73.4 a |
| Karu | 7.8 bc | 73.4 a |
| Patagonia | 3.1 c | 31.3 b |
| Ona | 3.1 c | 31.3 b |
| Araucana | 1.6 c | 14.1 b |
| Newen | 0 c | 4.7 b |
| Frital | 0 c | 17.2 b |
| Pukara | 0 c | 17.2 b |
| Pampeana | 0 c | 10.9 b |
| Probabilidad | < 0,0001 | < 0,0001 |
| CV | 103% | 48% |

* 16 plantas por parcela experimental

** dds = días después de siembra

Cuadro 2. Evaluación de 11 variedades de papa sur americanas en la Estación Experimental Sta. Catarina. La Esperanza, Intibucá. Honduras. 2011

| Variedad | Rendimiento en Lb/4 m ² | | | Tubérculos dañados por bacterias (Lb/4 m ²) |
|---------------------|------------------------------------|---------------|---------------|---|
| | Primera | Segunda | Tercera | |
| Newen | 24.53 a | 4.50 b | 0.36 bc | 0.81 b |
| Pampeana | 11.31 b | 6.81 a | 1.24 a | 0.16 b |
| Patagonia | 10.03 b | 3.44 bc | 0.33 c | 0.24 b |
| Pukara | 9.29 b | 4.91 b | 0.53 bc | 1.47 b |
| Frital | 8.88 bc | 4.79 b | 0.74 abc | 0.24 b |
| Ona | 8.86 bc | 4.41 b | 1.23 a | 0.73 b |
| Araucana | 5.98 cd | 3.11 bc | 0.88 ab | 4.42 a |
| Karu | 4.54 de | 2.50 c | 0.65 bc | 1.01 b |
| Calin | 2.35 e | 1.79 c | 0.74 abc | 1.45 b |
| Pehuenche | 2.0 e | 2.21 c | 0.58 bc | 0.45 b |
| Probabilidad | 0,0001 | 0,0001 | 0,0037 | 0,0001 |

Conclusión

La condición agroecológica para el cultivo de la papa bajo la cual se llevó a cabo este estudio no fue adecuado, ya que hubo ataque severo de la bacteria del suelo *Erwinia*, además del excesivo encharcamiento de la parcela durante la mayor parte del tiempo. Aún así, destaca el comportamiento productivo de la variedad de origen argentino Newen, la que, a pesar de las condiciones, presentó rendimientos aceptables (33.4 tm/ha) y muy por arriba del resto de variedades.

Literatura citada

- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W.; InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Revista Pregón Agropecuario. Córdoba Argentina. 3 de Septiembre de 2011. <http://intainforma.inta.gov.ar>

Investigación 7

Efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre la brotación de tubérculos de papa.

Responsable: Milton Toledo

Resumen: Se evaluó el efecto sobre la ruptura de la dormancia de la aplicación a tubérculos-semilla de papa de una solución de agua conteniendo una concentración de 5 ppm de ácido giberélico. Los resultados indican que el ácido giberélico, a esta concentración, solo fue efectivo en tubérculos de las variedades Bellini y Provento cuando estas están más cerca de salir de la dormancia de forma natural.

Introducción

Cuando los tubérculos de la papa son cosechados, estos están dormantes. Para poder ser usados como semilla es necesario esperar a que estos rompan la dormancia. El período de duración de la dormancia varía con el cultivar y la condición ambiental prevaleciente durante su almacenamiento, pero, en general, oscila en tres y cuatro meses. Se considera que los tubérculos han roto la dormancia cuando los brotes alojados en sus nudos comienzan a crecer. Cada yema brotada se convertirá en un tallo y, hasta cierto punto, entre más tallos, mayor cosecha.

Un tubérculo presenta varios brotes, pero estos no rompen la dormancia al mismo tiempo, generalmente, primero emerge uno y después de un tiempo emerge el resto. Esto causa que cuando los tubérculos son sembrados lleven diferente número de yemas brotadas y cada una con diferentes grados de desarrollo.

En la práctica, métodos que agilicen la ruptura de la dormancia son necesarios, ya que, por un lado, las nuevas plantaciones pueden hacerse de forma más rápida y, por otro, se reduce el tiempo en almacenamiento, con lo que se reduce el riesgo de pérdidas por fitopatógenos e insectos. También resulta conveniente que todos los tubérculos semilla lleven un número adecuado de brotes (De tres a cuatro) y con similar estado de desarrollo; esto ayudaría mucho a incrementar el rendimiento de los cultivos de papa, ya que se obtienen plantaciones uniformes y con un adecuado número de tallos.

Existen diferentes métodos para agilizar la ruptura de la dormancia. Uno de ellos es el baño de los tubérculos en una solución conteniendo ácido giberélico. El ácido giberélico es un regulador del crecimiento relacionado con los procesos de desarrollo vegetativo de muchas especies de plantas, incluyendo a la papa. Aunque hay excepciones, esta hormona provoca un efecto adverso a la floración y en el caso del cultivo de la papa, disminuye la formación de tubérculos. El uso de esta hormona con el objetivo de agilizar la ruptura de la dormancia resulta apropiado para nuestras condiciones, ya que es accesible, de bajo costo y no representa un riesgo serio para la salud de quien la manipula. Sin embargo, debido a que los efectos de los reguladores del crecimiento variaran mucho, de acuerdo al clima, especie y cultivares, es necesario evaluarlos bajo las condiciones del lugar donde serán utilizados.

El objetivo de este estudio es determinar el efecto sobre la ruptura de la dormancia de la aplicación del ácido giberélico a tubérculos dormantes de papa.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Santa Catarina en La Esperanza, Intibucá a 1680 msnm, con temperatura promedio anual de 17 °C, precipitación promedio anual de 1200 mm (distribuidos entre los meses de mayo a noviembre) y una humedad relativa de 60 % al mediodía y cerca del 100% en la noche.

El experimento consistió en sumergir por un minuto tubérculos de papa, de diferentes variedades y con diferentes tiempos después de la cosecha, en una solución de 5 ppm de ácido giberélico, que es la dosis máxima recomendada por un reporte del Centro Internacional de la Papa (Hidalgo, 1999).

Los cálculos se hicieron de la siguiente forma:

- Para 50 lt de solución conteniendo 5 ppm ácido giberélico:
- 2.5 gr de Progibb (10 % de AG₃) en 25 ml de alcohol al 96 %
 - Se agitó bien hasta la disolución completa
 - Se vertió en 50 lt de agua.

A continuación se presentan las acciones llevadas a cabo para desarrollar el estudio:

Figura 1. Tubérculos de diferentes variedades fueron lavados



Figura 2. Se hizo una solución de 50 lt de agua conteniendo 5 ppm de AG_3



Figura 3. Los tubérculos se sumergieron en la solución de AG3 por un minuto, tiempo después del cual eran sacados y llevados al almacén.



Resultados y discusión

La unidad experimental consistió de 300 tubérculos, ordenados para su análisis, en un diseño completamente al azar, con cada una de las seis variedades y diferencia en días después de la cosecha tomadas como réplicas. Las variables en estudio fueron sometidas al análisis de varianza usando el programa Infostat 2011 (Di Rienzo y colaboradores, 2011). El estudio se estableció el 11 de julio de 2011 y la medida de brotación de los tubérculos se hicieron el 3 y 10 de agosto. Se consideraba que un tubérculo había roto su dormancia cuando el brote alcanzaba 1 mm de largo.

Cuadro 1. Proporción de tubérculos de papa brotados y número de brotes por tubérculo, 30 días después de sumergirlos por un minuto en una solución conteniendo 5 ppm de ácido giberelico. Intibucá, Honduras. 2011

| Variedad | | AG ₃ | | Agua | |
|-------------------|---------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| | | Tubérculos brotados (%) | No Brotes/tubérculo | Tubérculos brotados (%) | No Brotes/tubérculo |
| Bellini tratados | 52 ddc* | 86,00 | 2,9 | 62,67 | 2,4 |
| Provento tratados | 52 ddc | 59,67 | 1,7 | 30,33 | 1,9 |
| Bellini tratados | 30 ddc | 30,67 | 2,1 | 41,33 | 2,1 |
| Arnova tratados | 30 ddc | 45,33 | 2,3 | 49,33 | 1,7 |
| Caesar tratados | 30 ddc | 9,33 | 2,1 | 1,33 | 1 |
| Mondial tratados | 30 ddc | 21,33 | 1,7 | 9,33 | 1,9 |
| probabilidad | | ns** | ns | ns | ns |

* ddc = días después de la cosecha

** ns = diferencias no significativas

En el Cuadro 1 se presentan los resultados. Aunque pareciera que los tubérculos tratados con ácido giberelico tuvieron una mayor brotación, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre tubérculos tratados o no. Esto se debe a que el efecto de AG₃ no fue consistente en todas las variedades en estudio. Por ejemplo, bellini con 52 días después de la cosecha tuvo mayor brotación cuando se le aplicó AG₃, pero resultó lo contrario en tubérculos de la misma bellini y arnova que tenían solo 30 días de haber sido cosechados. Basados en esto podríamos considerar que 5 ppm de AG₃ tienen efecto en la brotación de los tubérculos de bellini solo cuando éstos están más cerca de romper la dormancia de forma natural.

Estos resultados no son ninguna sorpresa, esto es lo típico cuando se usa AG₃ en papa para romper la dormancia, habiendo mayor efecto del AG₃ cuando los tubérculos están cerca de lograrlo de forma natural.

Sí hubo efecto varietal sobre la ruptura de la dormancia, siendo bellini la que más tempranamente lo logra, seguido por arnova y provento, mientras que las variedades mundial y caesar requieren más tiempo para salir de la latencia.

Tampoco hubo efecto significativo del uso del AG₃ sobre el número de brotes por tubérculo; aunque sí hubo efecto varietal, siendo muy bajo en la variedad Caesar.

Conclusión

El efecto del ácido giberelico (A una concentración de 5 ppm) sobre la ruptura de la dormancia fue significativo en las variedades bellini y provento cuando éstas estuvieron más cerca de romper la dormancia de forma natural. Para el resto de variedades y a 30 días después de la cosecha, el uso de AG₃ no tuvo efecto.

Literatura citada

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W.; InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Marca, J.; Hidalgo, O. Métodos para acelerar el brotamiento de los tubérculos semilla. En: Hidalgo, O. 1999. Producción de Tubérculos Semilla de Papa. Manual de Capacitación CIP. Centro Internacional de la Papa. Perú.

Comparación de los parámetros de producción entre plantas de papa establecidas en camas vs plantas de papa establecidas en surcos, en un suelo con deficiente drenaje y durante la temporada de lluvias.

Responsable: Milton Toledo

Resumen: Con el objetivo de mejorar la producción de las plantaciones de papa sembradas en suelos con pobre drenaje y durante la temporada de lluvias, se comparó el efecto sobre la calidad y rendimiento de la cosecha de plantas de papa (Var. Alpha) sembradas en camas, de 30 cm de altura, en comparación a la siembra tradicional, en surcos. Las plantas sembradas en camas presentaron 140% mayor rendimiento total y cuatro veces mayor rendimiento de primera que sus pares en surco.

Introducción

La siguiente evaluación tiene por objetivo determinar si establecer cultivos de papa en camas tiene ventajas productivas que haciéndolo de la forma tradicional, en surcos, cuando las plantaciones se siembran en suelos de pobre drenaje. En la zona alta de Intibucá hay una significativa proporción de suelos con severos problemas de drenaje interno y externo debido a su alto contenido de arcilla, poca profundidad (0.25 a 0.3 m) y planos. Esta condición causa que estos se aneguen durante la temporada de lluvias, situación que afecta el desarrollo y producción del cultivo de la papa sembrada en estos suelos y durante este período. Además, es posible que la situación de encharcamiento este incrementando la solubilidad de elementos presentes en exceso en estos suelos, como el manganeso y hierro, agudizando los problemas de toxicidades para las plantas. Establecer el cultivo de papa en camas, de al menos 25 cm de altura, en este tipo de suelos y durante la temporada de lluvias, facilitaría el drenaje del exceso de agua.

No obstante, hacer camas tiene un alto costo, máxime cuando se hacen manualmente, lo que resulta crítico para un cultivo que aun bajo adecuadas condiciones de crecimiento tiene problemas de baja rentabilidad.

Resulta obvio, bajo esta situación, que establecer los cultivos en camas tendrá un efecto positivo en la producción, aun así, es necesario cuantificar si el incremento en la producción compensa el costo de levantar las camas.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Sta. Catarina en La Esperanza, Intibucá a 1680 msnm, con temperatura promedio anual de 17 °C y una precipitación promedio anual de 1200 mm (distribuidos entre los meses de mayo a noviembre). Las plantas fueron sembradas en un suelo franco arcilloso, con pH de 5.5, alto en manganeso y hierro y bajo en calcio y magnesio.

Los tratamientos evaluados fueron, 1) siembra en camas de 30 cm de altura y 2) siembra en surcos. La unidad experimental, en el caso de las camas, consistió de una cama de 0.70 m de ancho por 25 m de largo y 0.70 m de separación entre camas, lo que dejó una distancia entre hileras de 1 m. En el caso de los surcos, la unidad experimental consistió de una hilera de 25 m de largo con una separación de 1 m entre hileras. Los tratamientos se ordenaron en un diseño completamente al azar, repitiendo tres veces cada tratamiento.

Las camas fueron levantadas antes de la siembra mientras que los surcos se levantaron en el momento del aporque, 30 días después de la siembra, como es lo usual.

La siembra se hizo con tubérculos semilla de la variedad alpha, proveniente de Canadá como semilla certificada. Para la siembra, se abrieron surcos de 15 cm de profundidad, en el caso de las camas, el surco se hizo en el centro de cada cama, echando al fondo el fertilizante y un insecticida para control de la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), cubriéndolos después con una capa de suelo, para luego poner la semilla a una distancia de 0.25 cm. Una vez puesta la semilla, esta fue cubierta con una capa de suelo (Figura 1).

Manejo del cultivo:

- Fertilización: Nivel 250-350-250 kg/ha de N-P₂O₅ y K₂O. A la siembra se aplicó, al fondo del surco, 75 % del P₂O₅ y la mitad del N y K₂O. A los 30 días después de siembra se aplicó el resto del N, P₂O₅ y K₂O. La fertilización se hizo de forma manual, usando como fuentes los fertilizantes 12-24-12, KCl y Nitrato de potasio.

Para el control de plagas y enfermedades se hicieron aplicaciones semanales, dirigidas al follaje, de clorotalonil (Bravo), cymoxanil + mancozeb (Curzate) y dimetomorf + mancozeb (Acrobat) para hongos; y thiacloprid + beta-ciflutrina (Monarca) y clorotalonil (Thiodan) para insectos.

El agua fue suplida de forma natural por las lluvias.

La siembra se hizo el 2 de junio de 2011, el aporque 27 días después de la siembra, el desfoliado se hizo a los 85 días después de la siembra y la cosecha el 3 de septiembre de 2011.

Análisis Estadísticos: Los datos finales fueron sometidos al análisis de varianza mediante el programa Infostat, 2011 (Dí Rienzo y colaboradores, 2011).

Resultados y discusión

Cuadro 1. Efecto de la siembra de plantas de papa en camas (30 cm de altura) vrs en surco en un suelo de pobre drenaje y en la época de lluvias. Intibucá, Honduras.

| Tratamiento | No Total Tubérculos | Peso total | Kg/25 m ² | | | Dañados por bacterias (%) |
|--------------|---------------------|------------|----------------------|---------|---------|---------------------------|
| | | | Primera | Segunda | Tercera | |
| Camas | 861 a | 49,5 a | 16,5 a | 13,6 a | 4,2 a | 31 a |
| Surco | 423 b | 20,6 b | 4,0 b | 4,3 b | 1,5 b | 54 b |
| Probabilidad | 0,0026 | 0,0026 | 0.0113 | 0.0089 | 0.0898 | 0.0413 |
| CV | 4% | 13% | 16% | 12% | 37% | 13% |

En el Cuadro 1 se presentan los parámetros de calidad y rendimiento y la proporción de tubérculos dañados por bacterias del suelo entre plantas en camas y surcos. En general los rendimientos están muy por debajo de lo normal. Esto se debió a que la variedad usada (Alpha) presentó problemas de adaptabilidad.

Aun así, el estudio logró determinar diferencias importantes entre los tratamientos en evaluación. Las plantas sembradas en camas presentaron rendimientos muy por encima de las plantas crecidas en surcos, 140% más en rendimiento total y cuatro veces más en el rendimiento de primera; esto como consecuencia de una mayor velocidad de avenamiento del suelo acamado (Figura 2). Sin embargo, en ambos tratamientos la pérdida de tubérculos dañados por bacterias del suelo (En especial *Erwinia*) fue muy severa, entre 30 y 50%. Esto se debe a que los suelos de la Estación Experimental están muy infectados por estas bacterias fitopatógenas de la planta de papa, lo que aunado al exceso de humedad, causa altas pérdidas en la producción.

Para acamar una hectárea de suelo a los distanciamientos y altura de cama usados en este estudio se requeriría de unos 35 jornales, lo que significa un costo mínimo de Lps 4,200.00. Este costo representa un 3.5 % del costo total del cultivo, por lo que, considerando el efecto altamente positivo de la siembra en camas obtenido en este estudio, podemos decir que si es viable económicamente el uso de camas para la producción de papa en suelos de muy pobre drenaje. Es importante aclarar que el acamado funcionará solo en suelos de muy pobre drenajes. Suelos sueltos, profundos o con pendiente quizás no requieran de este tipo de manejo.

A los 50 días después de la siembra se colectaron muestras de hojas de ambos tratamientos. En el Cuadro 2 se presentan los resultados. No se ven diferencias significativas en el contenido nutricional entre plantas sembradas en camas y en surcos; aunque es notorio que hubo deficiencia de potasio (K) y calcio (Ca) para ambas formas de manejo.

Una característica de las plantas de ambos tratamientos, aunque mucho más agudo en plantas en surco, fue la presencia de una deformación de las hojas nuevas, como se ve en la Figura 3.

Esta deformación es característica de las plantas que crecen deficientes en calcio o boro; en este caso el boro se presentó un tanto alto, por lo que podríamos considerar que se trata, mas bien, de una deficiencia de calcio. Sin embargo, este resultado del análisis químico de las hojas nos causa más dudas que respuestas. Por ejemplo, es ampliamente conocido que bajo una condición reductora del suelo, como el encharcamiento, se promueve una mayor solubilidad del manganeso, lo que conllevaría a una mayor absorción de este nutriente por parte de las plantas que crecen anegadas, sin embargo, en este caso no fue así. Además, durante todo el ciclo fue muy evidente el escaso desarrollo de las plantas crecidas en surcos, menor crecimiento y amarillamiento, sin embargo esto no se refleja en el análisis.

Cuadro 2. Contenido nutricional de hojas de papa de plantas sembradas en camas y en surcos en un suelo de pobre drenaje y en temporada de lluvias. Intibucá, Honduras. 2011

| Método de siembra | % materia seca | | | | | | ppm | | | | | |
|-------------------|----------------|-------|------|------|------|------|-----|-----|----|----|----|--|
| | N | P | K | Ca | Mg | S | Fe | Mn | Cu | Zn | B | |
| Camas | 5,94 | 0,536 | 3,00 | 0,54 | 0,29 | 0,58 | 130 | 126 | 13 | 29 | 60 | |
| | A | A | B | B | B | A | A | N | N | N | A | |
| Surco | 6,41 | 0,616 | 3,45 | 0,56 | 0,30 | 0,54 | 144 | 117 | 11 | 33 | 50 | |
| | A | A | B | B | N | A | A | N | N | N | A | |

Valores de rango normal:

| | | | |
|----|-------------|----|----------|
| N | 4 - 5 | Fe | 10 - 100 |
| P | 0,25 - 0,50 | Mn | 30 - 250 |
| K | 4 - 6,5 | Cu | 7 - 20 |
| Ca | 1 - 2 | Zn | 20 - 60 |
| Mg | 0,30 - 0,50 | B | 25 - 50 |
| S | 0,25 - 0,50 | | |

Referencias:

| | |
|---|--------|
| A | Alto |
| B | Bajo |
| N | Normal |

Figura 1. Labores de siembra en camas



Figura 2. Encharcamiento al día siguiente después de una lluvia



Figura 3. Deformidad de las hojas de las plantas de papa presente en ambos tratamientos, pero más agudo en plantas sembradas en surco.



Conclusión

Las plantas sembradas en camas presentaron más del doble en rendimiento total y cuatro veces más rendimiento de primera en comparación a las plantas crecidas en surco, cuando establecidas en un suelo de pobre drenaje y en temporada de lluvias.

Literatura citada

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W.; InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Investigación 9

Evaluación del crecimiento de plantas de papa, var. Bellini, mediante solución nutritiva y en diferentes sustratos.

Responsable: Milton Toledo

A partir de finales del mes de agosto de 2011, se evalúa la viabilidad de la producción de papa mediante el uso de soluciones nutritivas y en diferentes sustratos. El objetivo es desarrollar el método de producción de semilla de papa mediante "aeroponía", lo que esperamos abarate significativamente el costo de la semilla. Sin embargo, un paso previo es la obtención de una solución nutritiva.

La solución nutritiva en evaluación consta de lo siguiente:

Por cada lt de agua:

Solución concentrada A

33.6 gr MAP

19 gr $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

110 gr KNO_3

50 gr NH_4NO_3

Solución concentrada B

110 gr MgSO_4

500 cc Bayfolan (Elementos menores)

La solución nutritiva para las plantas se logra aplicando 5 cc de solución A + 2 cc de la solución B por cada lt de agua aplicada a las plantas. En los primeros 30 días se aplicaron 300 ml de solución por día y por planta, incrementándola a 1 lt diario después de los 30 días de siembra.

A finales de octubre de 2011 se obtuvieron los primeros. Las plantas fueron cosechadas a los 65 días después de siembra, por lo que los resultados no representan el total del potencial de producción de las plantas.

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran el rendimiento y el número de tubérculos por planta. En ellos se puede ver que las plantas crecidas en sustratos Promix y Arena y con solución nutritivas presentaron rendimientos muy por arriba que cuando se usa suelo. También resulta interesante ver que el uso de aserrín como sustrato promovió un mayor número de tubérculos (Aunque muy pequeños), lo que puede ser usado por el Centro Nacional de Semilla de Papa para multiplicar su semilla. El aserrín presentó un rendimiento similar al obtenido en suelo, sin embargo, esto se debió a que de inicio se aplicó muy poca solución nutritiva (300 ml/planta/día). Cuando el volumen de solución se incrementó a 1 lt/planta/día, en general las plantas mejoraron su apariencia, incluyendo, el aserrín.

Actualmente ya se tiene una nueva repetición del estudio, pero mejorando algunos aspectos no considerados inicialmente.

Figura 2. Proceso de preparación de la solución nutritiva y aplicación a plantas de papa en estudio

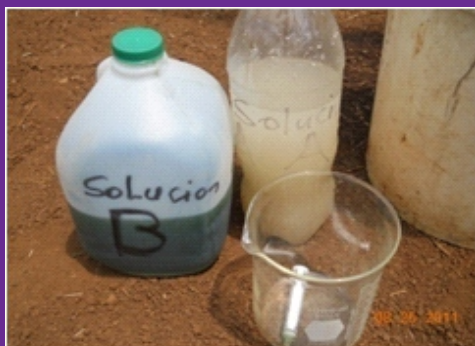
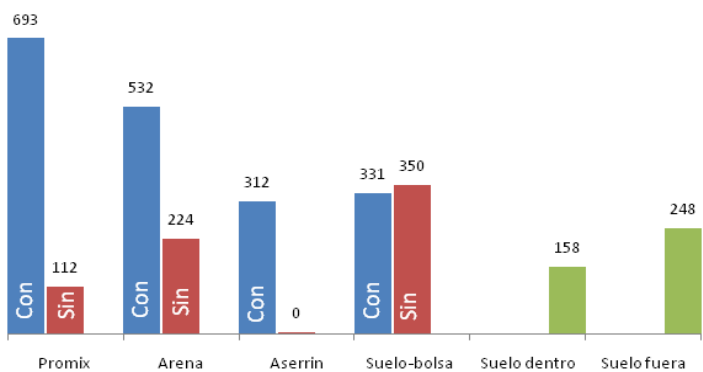


Figura 1. Producción de tubérculos de papa (65 dds) por plantas establecidas en diferentes sustratos y fertilizadas con solución nutritiva, excepto "Suelo dentro y fuera del invernadero", manejadas y fertilizadas de la forma que lo hace el agricultor.

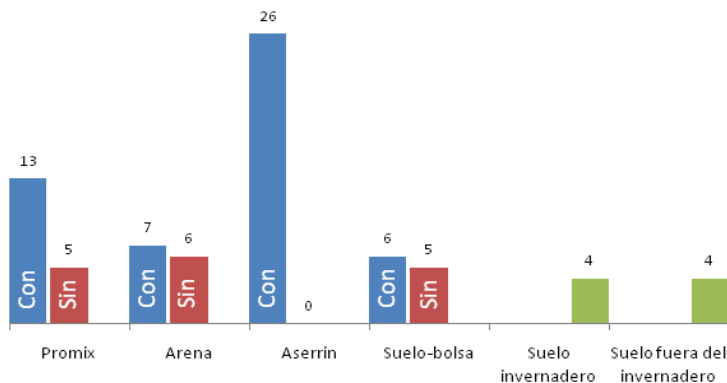


Figura 2. Rendimiento total (gr/planta) producido por plantas de papa (Bellini) crecidas por 65 días en sustratos y con solución nutritiva y comparada contra plantas crecidas en bolsa con suelo y plantas en suelo, dentro y fuera del invernadero. (N= 10)



* **Con:** Con solución nutritiva
Sin: Sin solución nutritiva
Suelo dentro: Sembradas en el suelo dentro del invernadero, con manejo y fertilización típica del agricultor
Suelo fuera: Sembradas en el suelo fuera del invernadero, con manejo y fertilización típica del agricultor

Figura 3. Número de tubérculos/planta producidos por plantas de papa (Bellini) crecidas por 65 días en sustratos y con solución nutritiva y comparada contra plantas crecidas en bolsa con suelo y plantas en suelo, dentro y fuera del invernadero.



* **Con:** Con solución nutritiva
Sin: Sin solución nutritiva
Suelo dentro: Sembradas en el suelo dentro del invernadero, con manejo y fertilización típica del agricultor
Suelo fuera: Sembradas en el suelo fuera del invernadero, con manejo y fertilización típica del agricultor

Figura 4. Planta 1: Sustrato Promix sin solución nutritiva; Planta 2: Promix con solución nutritiva; Planta 3: En suelo y con fertilización normal. Todos a 60 dds



Figura 5. Planta 1: Arena sin solución nutritiva; Planta 2: Arena con solución nutritiva



Figura 6. Plantas en aserrín. Inicialmente se presentó lo que consideramos era una toxicidad provocada por el aserrín (Planta 1), sin embargo, ha habido una notable mejoría después de incrementar la dosis de solución nutritiva (Planta 2)



The logo for SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería) is displayed in a bold, yellow, sans-serif font with a green outline.The background of the entire page is a photograph showing several people working in a potato field. In the foreground, a person wearing a white shirt and a light-colored cap is bent over, planting potato tubers in a row. To their right, another person wearing a blue shirt and a wide-brimmed straw hat is also working. In the background, a third person in a blue shirt and cap is standing near several large sacks of potatoes. The field is filled with rows of potato tubers planted in the soil, and tall grasses are visible in the distance.

Informe de investigaciones en el cultivo de la papa desarrolladas en 2011

***Programa de Investigación
Programa Nacional de Papa
Unidad de Comunicación Agrícola***

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria
Ave. La FAO, Blvd Centro América,
Col. Loma Linda Norte
Apdo Postal No. 5550
Tegucigalpa ;M.D.C., Honduras C.A.
Tel 2232-2451, 2232-6025
Página web: www.dicta.hn

Investigaciones y contenido Técnico: Ing. Milton Toledo
Diseño, Diagramación y producción: Msc. Miriam Villeda
comunicacion@dicta.hn
Marzo 2012

***Esta es una publicación de DICTA.
Se permite su reproducción total o parcial
siempre y cuando se cite la fuente.***

**Secretaría de Agricultura y Ganadería
Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria**