

Artículo de divulgación

Mejoramiento Genético de Banana en Argentina

Del Medico, A.P.¹; Keim, C.²; Romero, H.²; Pratta, G.R.¹; Tenaglia, G.C.²

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Área de Investigación Para la Agricultura Familiar en el NEA (AIPAF-NEA)

tenaglia.gerardo@inta.gob.ar

Datos generales sobre el cultivo de banana

El banano es el octavo cultivo alimentario del mundo, y cuarto entre los países menos desarrollado, primero en volumen y en valor económico. Según las estimaciones estadísticas de la *Food and Agriculture Organization of United Nations* (FAO, 2020) se exportaron 29.9564 millones de toneladas en el 2019. Es un importante *commodity* para muchos países en vías de desarrollo junto con el trigo, maíz y arroz. El mercado internacional muestra un marcado carácter regional, constituyendo el costo del transporte y el tiempo de distribución los principales factores que influyen en la regionalización.

Es una especie monocotiledónea, situada dentro del orden Escitamineas el cual posee seis familias, Strelitziaceae, Lowiaceae, Zingiberácea, Marantácea, Cannácea y Musácea; esta última tiene dos géneros *Musa* y *Ensete*. Los bananos comestibles pertenecen al género *Musa*. Los cultivares de banano presentan tres niveles cromosómicos distintos, diploide, triploide y tetraploide ($x = n = 11$). En la evolución de la banana comestible participaron principalmente las especies diploides *M. acuminata* y *M. balbisiana*, cuyos genomas son denominados con las letras A (*M. acuminata*) y B (*M. balbisiana*) (Ermini et al., 2018).

La primera referencia sobre producción de banano (*Musa* AAA) en la Argentina data del año 1915 en la Localidad de Calilegua, Provincia de Jujuy, sin embargo, no es hasta el año 1960 donde la producción de las regiones subtropicales adquiere importancia comercial en el país (Berardi, A. 1971). El crecimiento en el área de cultivo se produjo con la introducción de hijuelos y cormos desde Paraguay, sin ningún tipo de control en la identificación y condición fitosanitaria, a través de las familias que emigraban hacia la Argentina (Colque y Tenaglia, 2010).

En el presente existe una enorme variabilidad, con plantas de diferentes ciclos, altu-

ras, formas de manos, rendimiento, sabor, etc. Estos recursos genéticos, que no han sido caracterizados previamente, constituyen una enorme posibilidad de encontrar genotipos superiores, tolerantes, rendidores y de un sabor superior al producto que se importa de los países tropicales, sin embargo, para poder ser utilizados, deben ser identificados y caracterizados en su respuesta frente a los factores abióticos (frío, heladas, salinidad de suelo, stress hídrico y viento), bióticos (sigatoka amarilla, picudo del banano) más relevantes de la región de producción y a la introducción de nuevas técnicas de manejo (Nokoe, S., Ortiz, R. 1998).

La región subtropical húmeda de la provincia de Formosa, ubicada en el Nordeste Argentino (lat -34.587997; log -58.1203055), presenta una zona de condiciones climáticas favorables para el desarrollo del cultivo pese a las condiciones invernales con probabilidad de ocurrencia de heladas y sequías marcadas algunos años. Algo totalmente diferente a la región pampeana, si comparamos el tradicional trigo, anual, invernal, no percedero, totalmente mecanizado contra el cultivo de banana, tropical, perenne, percedero e imposible de mecanizar (por ahora), solo coincide en que ambos son *commodities* internacionales. La gran diferencia para el programa de mejoramiento es la triploidía del banano, no produce semillas de forma natural y/o artificial, tiene un muy alto nivel de esterilidad, siendo multiplicado por la propagación asexual a través de brotes o por cultivo *in vitro*. La variabilidad genética se genera por la alta tasa de mutación que tiene el cultivo.

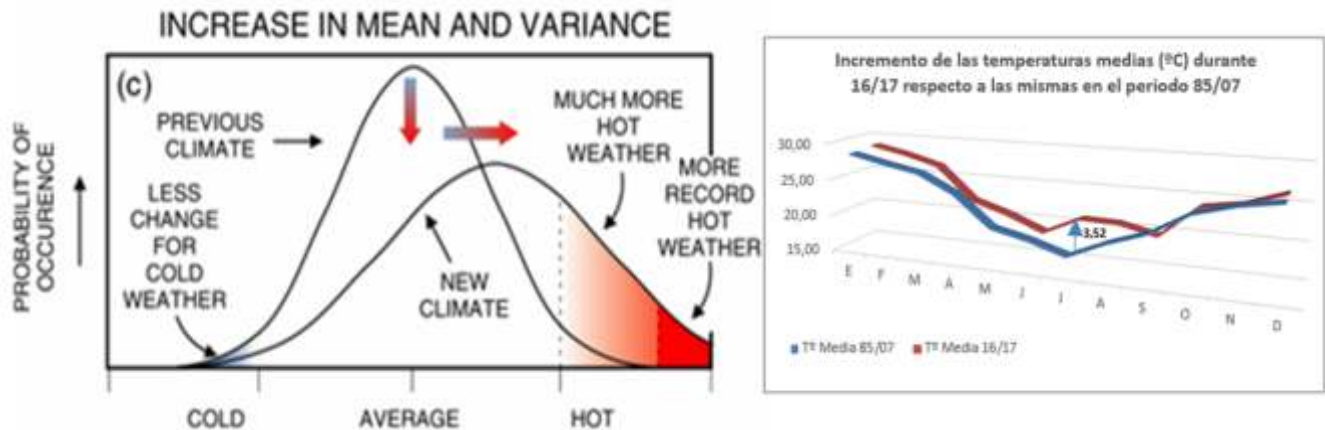
Historia del programa de mejoramiento de banana en Formosa, Argentina

Como Ingenieros Agrónomos formados en la FCA - UNR, comenzamos el programa de mejoramiento planteando un escenario de mejoramiento genético de un cultivo típico de la Región Pampeana, como el trigo, en

los países tropicales: ¿De qué forma competiríamos en el mercado? ¿Pueden Colombia o Ecuador desplazarnos en rendimiento, continuidad y/o trayectoria en los mercados internacionales de trigo? ¿Puede producir distintas calidades, formar precios? Evidentemente, no pueden. ¿Puede la Argentina competir en el cultivo de banana? Definitivamente no. En este cultivo, la rentabilidad no está asociada a aumentar la producción, pues nuestro clima invernal restringe la superficie de producción y los rendimientos, ya que a partir de los 14 °C las plantas detienen su crecimiento y debajo de los 9 °C hay daño de tejidos. Entonces, decidimos aprovechar otros nichos, como hacer el cultivo rentable a través de una calidad diferenciada o una disminución en los costos del transporte. Como muchas otras situaciones en Agronomía, resultó ser que ambas pueden generar sinergia mutua, pues al estar más cerca la zona producción de la de mayor consumo, el tiempo de transporte disminuye, con lo que la fruta puede permanecer más tiempo en la planta, mejorando así su calidad.

Pero para entender el proceso, es más adecuado revisar la historia del programa de mejoramiento con base científica de clones de origen genético y calidad sanitaria inciertos, que habían sido seleccionados intuitiva y empíricamente en campos de Agricultores Familiares formoseños. El primer enfoque fue el análisis de las condiciones agroclimáticas en las cuales deberá desarrollarse el material seleccionado entre 2008 y 2013, que estaría en plena producción hacia el 2025 – 2030. Para esto, es realmente necesario tener en cuenta los efectos provocados por el Cambio Climático, que se vuelve relevante en esta escala de tiempo, en la que el horizonte está a 20 o 30 años. Los modelos predictivos pronostican un incremento en la temperatura media y la variancia del clima, presencia de inviernos cortos, pocos días muy fríos. La media de la precipitación no cambiaría mucho, si lo

Fig. 1: Comparación del modelo predictivo respecto a los datos acumulados en el periodo 1985-2005 y 2016-2017. Fuente: INTA IPAF NEA (textos en inglés en el original).



hiciese, aumentaría y sería intensa y concentrada. En principio, si las predicciones se efectivizan, los subtropicos se convertirán en zonas más aptas para la producción de banana (Jarvis et al., 2008).

Las temperaturas del mes de julio de los últimos años tienen a confirmar la tendencia que adelantaban los modelos predictivos del cambio climático, ya que en el año 2017 las temperaturas fueron 3,5° C superiores a la del período 1985 – 2005, teniendo solo tres días de heladas muy severas (Fig. 1). Este invierno del 2021 está repitiendo las características modeladas, con cuatro heladas muy fuertes (hasta el 20 de julio), pero con temperaturas superiores a la media.

Es indispensable recalcar estas condiciones climáticas propias de nuestro país, ya que aún en el extremo norte ocurren heladas

con lo que resulta imposible producir bananas como se lo hace típicamente en el resto del mundo. Los cultivos tropicales no tienen tolerancia o resistencia a las bajas temperaturas, menos aún a las heladas (Fig. 2), por lo que estas condiciones climáticas determinan que la única producción posible en nuestro país sea obteniendo una sola cosecha al año, con un pico de cosecha en los meses de mayo - junio, en lugar de dos como se lo hace a nivel internacional y durante todo el año. Por esto, todos el trabajo de mejoramiento genético y manejo del cultivo en nuestro país están dirigidos al escape de las heladas.

Habiendo definido en el primer enfoque un ideotipo (o fenotipo mejor adaptado a la zona de producción) y un sistema de manejo adecuado al ideotipo y a las condiciones agroecológicas, el segundo enfoque fue

determinar el grado de variabilidad fenotípica y molecular existente entre los clones cultivados por los Agricultores Familiares, ya que a partir de dicha variabilidad se definirían las posibilidades de seleccionar con criterios científicamente válidos. Debe recordarse que debido a la reproducción estrictamente asexual de las variedades cultivadas de banana, no es posible recombinar mediante cruzamientos a los individuos superiores, sino que se debe seleccionar de la variabilidad existente aquella que resulte más provechosa a cada sistema de producción y si no se la encuentra, hay que generar variabilidad vía mutagénesis, variación somaclonal provocada por cultivo *in vitro*, transgénesis o edición génica. En campo de Agricultores Familiares, sin embargo, se detectó un alto nivel de polimorfismos, tanto en caracteres cuantitativos de interés agronómico como en el genoma, debido probablemente a que al ser una especie agámica, la tasa de mutación espontánea sea más alta que en los casos de reproducción sexual (Ermini et al. 2013, Ermini et al. 2016).

Fig. 2: Daño por heladas en diferentes estados del cultivo, julio 2021, en Laguna Naick-Neck, provincia de Formosa.



Implantación del cultivo en un fecha muy tardía, mes de enero, con la pérdida total del lote.



Lote mal conducido, pérdida de la producción por falta de desarrollo y en aquellos casos en que la fruta está con tamaño, pierde su valor comercial.

Entre 2006 y 2011 se midieron variables vegetativas (altura, diámetro de pseudotallo, números de hojas a floración y cosecha) y de producción (número de manos, peso del cacho) en 84 lotes de agricultores familiares. La gran diversidad fenotípica se ejemplifica para algunas variables en la Tabla 1, medidas ya en un ensayo unificado en INTA, a través de los valores máximos y mínimos detectados entre los clones evaluados en estas plantaciones. Un agrupamiento inicial de los materiales de acuerdo a sus fenotipos se presenta en los Gráficos 1 y 2.

Sin embargo, a pesar de las marcadas diferencias entre clones de acuerdo a los datos relevados, no teníamos certeza -al tratarse de fenotipos- de si estábamos seleccionando "lotes" (es decir, efectos ambientales, ya que los suelos son muy heterogéneos aún a cortas distancias en la región bananera de Formosa), manejo del productor o, lo que nos interesaba, clones de genotipos diferentes. De hecho, cada vez que entrábamos en una chacra, el Agricultor Familiar, tenía las plantas más lindas, los mayores rendimientos y calidad superior, los individuos más resistentes, y así para todas las características que contribuyen al mejor ideotipo.

Con el objetivo de lograr mayor certidumbre en el proceso de selección, en el laboratorio de la Cátedra de Genética FCA-UNR se aplicó la técnica de marcadores moleculares tipo AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*, o Polimorfismos en la Longitud de los Fragmentos Amplificados) para investigar la variación genética de la población local que están utilizando los productores en sus campos (Fig. 3).

La diversidad molecular resultó ser elevada (33 %) para un cultivo de reproducción estrictamente asexual como banana. En el Gráfico 3 se muestra el agrupamiento de los clones de acuerdo a sus perfiles moleculares de AFLP, observándose que a una distancia genética

promedio de 1, se forman 4 grupos, cada uno de ellos identificado con un color diferente, que no coincide necesariamente con el agrupamiento obtenido a partir de los datos fenotípicos. Interesantemente, esto significa que la variabilidad genética existe entre los clones recolectados, tanto en el nivel fenotípico como en el molecular, y que la diversidad en ambos niveles no está estrechamente asociada, con lo cuál es posible realizar una selección de los materiales que más se acercan al ideotipo modelado. De todas formas, como de cada lote de productor se recolectó más de un clon, cuyo ingreso desde países limítrofes se hizo por migraciones humanas, se verificó a través de un análisis denominado AMOVA (Análisis de la Variancia Molecular) cómo estaba distribuida dicha variación molecular.

Los resultados del AMOVA (Tabla 2) evidenciaron que la variación molecular se distribuía significativamente tanto entre como dentro de campo de productor, resultando sin embargo las variaciones dentro de lote mucho mayores a las variaciones entre lotes. En otras palabras, los productores no estaban cultivando un único genotipo sino varios en sus campos, lo que podría ser la consecuencia bien de que las inmigrantes provenientes de los países limítrofes trajeron a sus familiares radicados en nuestro país materiales de banana con diversidad genética o bien a que, como se

Gráfico 1. Análisis de agrupamiento de clones de banana seleccionados en campos de productores familiares formoseños y evaluados en un ensayo unificado.

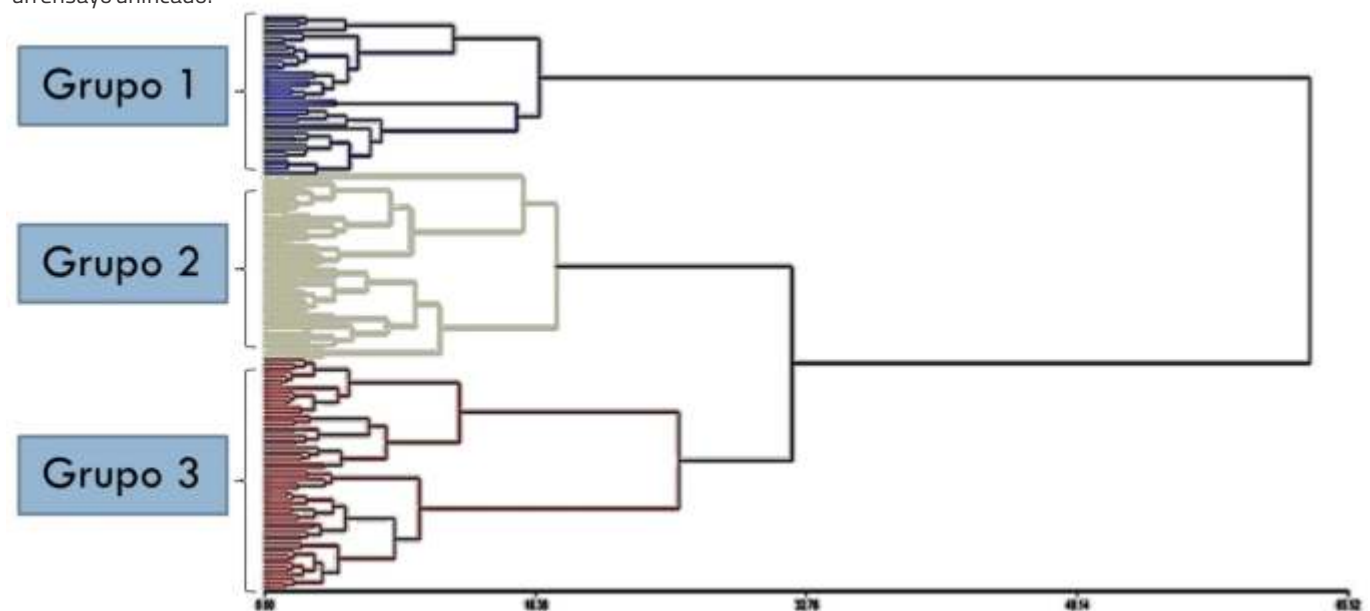
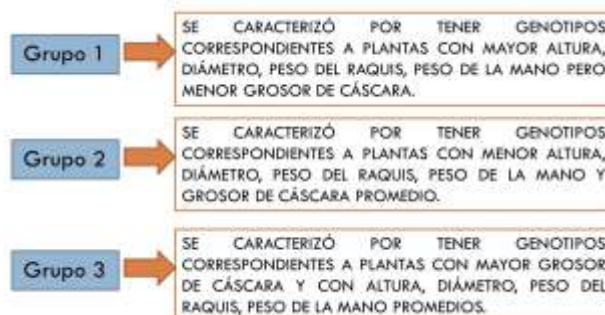


Tabla 1: Valores máximos y mínimos de variables evaluadas durante 2016 – 2017.

Variables	Mayor valor	Menor valor
Altura de Planta (m)	4,00	2,20
Diámetro de pseudotallo (cm)	92,00	46,00
Peso del raquis (kg)	4,83	1,21
Peso Total del cacho (kg)	43,90	12,50
Longitud dedo 2da mano (cm)	28,00	17,00
Longitud dedo última mano (cm)	22,00	13,00
Grosor de Cáscara (mm)	5,50	2,20

Gráfico 2: Características distintivas entre los grupos formados por el análisis de agrupamiento del Gráfico 1.



mencionó previamente, la diversidad se originó *in situ*, en los campos de productores, en forma rápida, dada la mayor tasa de mutación de las especies de reproducción asexual, y la selección intuitiva y empírica practicada por los productores durante 50 años, fue muy exitosa para conservar los genotipos más adecuados a sus microambientes agroecológicos y a sus sistemas de cultivo.

Estos trabajos de investigación llevados adelante en el inicio del programa nos

condujeron a cambiar la estrategia de selección. En un principio pensábamos seleccionar clones en la mayor cantidad de productores, tantos como el presupuesto y tiempo operativo permitieran, y algunas plantas de cada uno sus lotes. Sin embargo, en base a los resultados del AMOVA, que mostraban que el 91,1% de la variación genética está dentro de campo de productor, nos permitió elegir a algunos productores (aquéllos en cuyos lotes se encontraba la mayor variabilidad) permitiendo ejercer dentro de ellos una mayor presión de

selección, es decir, seleccionando las “mejores plantas” dentro de los “mejores Agricultores Familiares”.

Estado actual de nuestro programa de mejoramiento genético de banana

Como fuera mencionado, en función del análisis sobre escenarios productivos considerando el cambio climático y a partir de la caracterización fenotípica y molecular de la diversidad existente, se comenzó a trabajar en el ideotipo de clon, es decir, en qué tipo de planta estábamos buscando. El

Fig. 3: Detección de polimorfismos moleculares en el nivel de ADN en los clones de banana recolectados en campos de productores familiares formoseños.



Gráfico 3: Dendrograma obtenido a partir de los perfiles moleculares de los clones.

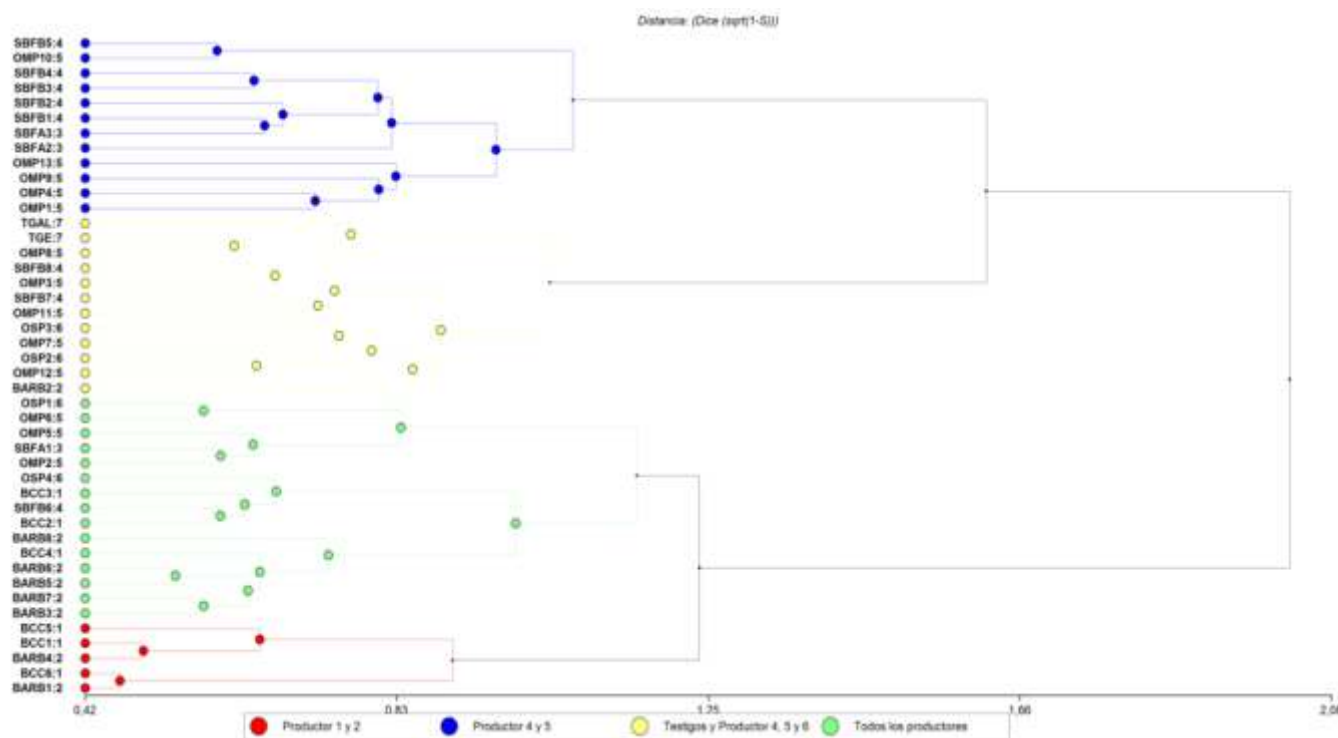


Tabla 2: Partición de la variancia molecular entre y dentro de campo de productores. Las diferencias moleculares entre grupos de plantas fueron estimadas con 400 permutaciones aleatorias.

Fuente de Variación	G L	Suma de Cuadrados	Componentes de Variancia	Porcentaje de la Variación	Valor p
Entre Productores	6	1,5	0,02	8,9	<0,0001
Dentro Productores	37	5,84	0,016	91,1	<0,0001
Total	44	7,34	0,17	100	

primer criterio de selección fue resiliencia, aquellos clones que mantuvieron un rinde alto durante todos los ciclos productivos, soportando cambios sin importar la dirección de los mismos, años con heladas intensas, sin heladas, secos, muy lluviosos y todas las condiciones que afrontaron desde 2006. La Misión era “Buscar clones que aseguren la estabilidad de la producción al Agricultor Familiar”, con la Visión de “Aprovechar de la manera más eficiente posible la variabilidad disponible *in situ*” y con el Valor de “Generar, desde instituciones públicas, al menos una variedad argentina de banana, conservando la diversidad existente, y sistemas de manejo adecuados a la realidad agroecológica y socioeconómica de cada agricultor familiar”.

El segundo criterio es el ciclo de los clones, que se considera como estrategia planteada a partir de una única producción anual que se inicia después de las heladas y finaliza con las mismas. Así, buscamos escapar con ciclos cortos y manejo. El tercer criterio es rendimiento y forma de las “manos”, o sea, verticilos de flores que desarrollarán en frutos (o dedos) dentro del “cacho” o racimo. Los cachos de los clones seleccionados permiten completar una caja de fruta empacada, teniendo una relación caja/fruta de 1/1. Esta variable es muy importante por el costo de la mano de obra, que reduce la rentabilidad si la relación se agranda dado que la cosecha y el empaque son manuales. La forma de la mano debe permitir un empaque adecuado, debiendo seleccionar entonces clones con forma y distancia entre manos adecuadas.

El cuarto criterio, no por ello menos importante, es la resistencia y/o tolerancia a las

enfermedades y plagas. Debemos aumentar la rentabilidad del cultivo y como el frío impone, según ya fuera expresado, un techo al rendimiento, se deben bajar los costos de producción. La resistencia genética a las enfermedades y plagas es la más eficiente y económica para el agricultor familiar, sin entrar en los beneficios incrementales para los consumidores y el ambiente derivados de la no aplicación (o aplicación mínima) de fungicidas y/o insecticidas.

En realidad, el orden de presentación de criterios es a modo de clarificar la presentación, puesto que a la hora de seleccionar las clones, ya sea para conformar una variedad sintética de banana, el primer cultivar de origen argentino de este cultivo, así como para establecer un banco de germoplasma en el que se conserve la mayor cantidad de variabilidad existente a un costo -que debe asumir el estado- lo más bajo posible, todos los criterios tuvieron la misma importancia, al menos desde lo conceptual. Esto se logró, como desarrollaremos en la última sección de este texto, mediante la aplicación de análisis estadísticos a 3 modos, que otorgan en forma objetiva a través de sus resultados un peso relativo a cada carácter en función de su aporte a la variabilidad total del conjunto de clones bajo estudio.

Recapitulando el trabajo, a los fines también de comenzar a cerrar este informe, entre marzo y abril de 2012 se marcaron en la región subtropical norte de Formosa 684 plantas en lotes de Agricultores Familiares, que mostraron estabilidad de rendimiento en el periodo de tiempo comprendido entre 2006 y 2011. Sobre estos clones se registraron variables vegetativas (altura, diámetro de pseudotallo, números de hojas a

floración y cosecha) y de producción (número de manos, peso del cacho, etc.) en cada una de las plantas seleccionadas (Fig. 4).

En la campaña 2014/2015 se seleccionaron 140 clones del total de plantas marcadas provenientes de 8 lotes, que se implantaron en un ensayo de evaluación en un ambiente único, con un diseño estadístico aumentado (Nokoe y Ortiz, 1998; Ortiz y de Cauwer, 1998). El mismo se continúa llevando adelante actualmente como Ensayo Comparativo de Rendimiento (ECR) en el Campo Experimental del INTA – IPAF Región NEA de Laguna Naineck, Formosa (Fig. 5).

Después de tres campañas de evaluación a campo en un único ambiente (2015–2016, 2016–2017 y 2017–2018) midiendo 36 variables (entre ellas, fenológicas, de comportamiento a campo y productivas) así como aplicando marcadores moleculares y considerando datos climáticos, se identificaron plantas superiores para rendimiento, integrando las variables vegetativas Número de Hojas a Floración y Número de Hojas a Cosecha (que se asocian a la tolerancia y/o algún grado de resistencia a la sigatoka amarilla, *Mycosphaerella musícola*) con las variables productivas Longitud de la Segunda Mano y Longitud de la Última Mano (que están directamente relacionadas a la calidad externa de la fruta). Finalmente, por Análisis Factorial Múltiple (AFM, una técnica de las previamente denominadas como a 3 modos y que permite obtener una combinación matemática lineal para identificar objetivamente a los diferentes genotipos en función de la variabilidad para múltiples caracteres en la población de clones evaluada) generamos un índice de selección (Del Médico et al., 2018 a y b) a partir del cual, generamos la variedad sintética local de banana:

$$\text{Índice de Selección} = 0,3023 \times (0,626 \times \text{Diámetro de Pseudotallo} + 0,784 \times \text{Peso de Raquis} + 0,859 \times \text{Peso de Mano} + 0,682 \times \text{Longitud de la Segunda Mano}) + 0,1708 \times (-0,56 \times \text{Altura de Planta} - 0,538 \times \text{Diámetro de Dedo} - 0,46 \times \text{Número de Manos} + 0,469 \times \text{Diámetro de la Segunda Mano} + 0,679 \times \text{Diámetro de la Última Mano})$$

Fig. 4. Visitas a campos de agricultores formoseños para identificación de clones promisorios.



Productor Formoseño, una pequeña muestra de plantas off tipe para la producción.



Recorriendo productores, año 2009

Aplicando este índice, se seleccionaron 12 clones, denominados de ahora en más

Fig. 5. Clones en el Ensayo Comparativo de Rendimiento (ECR) siguiendo un diseño estadístico aumentado.



ECR en INTA AIPAF NEA, Laguna Naick-Neck. Formosa.

Cosecha de los cachos para la evaluación

como LAI (Líneas Avanzadas de INTA) que conformarán la variedad sintética a inscribir en INASE (Instituto Nacional de Semillas) y que actualmente se están evaluando en diferentes localidades dentro de la zona de producción bananera del noreste argentino (Laguna Nainneck y Riacho He He en la provincia de Formosa y Cerro Azul en la de Misiones). Las LAI se están evaluando también por caracteres de calidad de fruta (contenido en sólidos solubles, pH, acidez titulable, índice de madurez, entre otros), según se muestra en la Fig. 6.

No estamos pensando en el concepto de Variedad tradicional, conformada por un grupo fijo de genotipos, sino más bien en un grupo de LAI, que nos permita conformar una Variedad Sintética que cumpla con los requisitos de novedad, estabilidad y uniformidad fenotípica requeridos para ser inscrita en el INASE. La selección de materiales con características distintivas es muy importante en un ambiente tan variable y heterogéneo como el del noreste argentino, pues no se han repetido entre años durante la evaluación de las LAI las condiciones agroclimáticas en los ECR, haciendo extremadamente compleja la producción sostenida en el tiempo de materiales con una base genética muy estrecha. Por ello, la alternativa de Variedades Sintéticas con una base genética más amplia nos parece adecuada para este tipo de situación, otorgándole mayor resiliencia para enfrentar el Cambio Climático.

Consideraciones finales

A partir de la variabilidad presente en campos de Agricultores Familiares de Formosa y aplicando criterios basados en conocimiento científico interdisciplinario (proveniente principalmente de la Agronomía, la Climatología, la Genética, la Biología Molecular y la Estadística), logramos desarrollar la primera variedad argentina de banana. En próximas comunicaciones, se informará sobre el uso del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales en el mejoramiento genético y la producción de este cultivo de reproducción asexual, así como del desarrollo de sistemas de manejo adecuados a cada microambiente productivo y a las diferentes variedades sintéticas en desarrollo. Estos temas se introdujeron en el presente artículo, pero por razones de espacio editorial se ampliarán a la mayor brevedad posible.

Agradecimientos.

Los autores estamos profundamente agradecidos por el trabajo y acompañamiento durante estos años de la Doctora Andrea Lavalle, UNCo y a la Mag. María Susana Vitelleschi, Facultad de Ciencias Económicas y Estadísticas UNR, También queremos agradecer al tesista doctoral Dr. José Luis Ermini (Doctorado en Ciencias Agrarias UNR) y a las tesis de grado Técn. Sup. Gen. Verónica García (Lic. Tecn. Calidad Alimentos UNR) y Srta. Sol Degreef (Lic. Recursos Naturales, UNR), sin los cuales hubiese sido imposible llevar adelante este desafío.

Fig. 6. Evaluación de calidad de fruta de las LAI (líneas avanzadas de INTA) obtenidas durante el Programa de Mejoramiento Genético argentino de banana.



Evaluación de Calidad Comercial

Determinación de Acidez Titulable

Bibliografía consultada

- Berardi, A. 1971 El cultivo del banano en la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Suplemento 26. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. 120 pp.
- Colque, O. y Tenaglia, G. 2010. Situación actual de la producción, cosecha, poscosecha y comercialización del banano, Formosa, Argentina. I Simposio Cono Sur. Joinville SC Brasil.
- Del Medico, A., Ermini, J.L., Tenaglia, G., Vitelleschi, M.S., Lavalle, A., Pratta, G.R. 2018a. Propuesta de un Enfoque Estadístico para Seleccionar Clones de Banana a Partir de un Diseño Aumentado Teniendo en Cuenta la Variabilidad Genética. III Jornadas Regionales de Genética del Litoral. Rafaela. Santa Fe.
- Del Médico, A., Ermini, J.L., Tenaglia, G., Vitelleschi, M.S., Lavalle, A., Pratta, G.R. 2018b. Índice de Selección para Múltiples Caracteres en una Población de Banana (*Musa spp.*). XXIII Reunión Científica del GAB II Encuentro Argentino Chileno de Biometría. Neuquén. Argentina.
- Ermini, J.L., Pantuso, F.S., Tenaglia, G., Pratta, G.R. 2013. Marcadores de AFLP en el cultivo de banana: selección de combinaciones de cebadores y caracterización de la biodiversidad. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (Universidad de Morón) 11:83-110.

- Ermini, J.L.; Tenaglia, G., Pratta, G.R. 2016. Genetic diversity, ancestry relationships and consensus among phenotype and genotype in banana (*Musa acuminata*) clones from Formosa (Argentina) farmers. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology* 17:267-278.
- Ermini, J.L., Tenaglia, G., Pratta, G.R. 2018. Molecular Diversity in Selected Banana clones (Musa AAA Cavendish) Adapted to the Subtropical Environment of Formosa Province (Argentina). *American Journal of Plant Sciences*.
- FAO. 2020. *Banana Statistical Compendium 2019*. Rome.
- Jarvis, A., Ramírez, J., Guevara, E., Zapata, E. 2008. Impactos e implicaciones de cambio climático para el sector bananero. *Acorbat. Brasil*.
- Nokoe, S., Ortiz, R. 1998. Optimum Plot Size for Banana Trials. *HortScience* 33(1): 130-132.
- Ortiz, R., de Cauwer, I. 1998. Genotype by Environment for Plantain and Banana (*Musa spp L.*) Breeding in West Africa. *Tropicicultura 16-17* (3): 97 – 102.

CONICET



I I C A R

La misión del IICAR es generar y difundir conocimientos en el área de las ciencias agrarias, gestionar la innovación tecnológica y proponer estrategias tendientes a resolver problemas de índole productiva, económica y social que se plantean en los sistemas agroalimentarios de la región y su cadena de valor.

CONTACTO

Tel.: 54 (0341) 4970080

E-mail: contacto@iicar-conicet.gob.ar

Parque J.F. Villarino. CC 14 – S2125ZAA

Zavalla – Santa Fe – Argentina