



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY

6º Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos



Programa de Investigación en Producción Frutícola - INIA
Facultad de Agronomía - UdelaR
Dirección General Forestal - MGAP
Serie Actividades de Difusión N° 679
19 - 20 de abril de 2012



Dirección General Forestal

LAS BRUJAS



Apoya:



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., Dr. Mario García - Presidente



Dr. Pablo Zerbino

Dr. Alvaro Bentancur



Ing. Agr., MSc. Rodolfo M. Irigoyen



6º Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos

INIA Las Brujas

Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola de INIA.
Facultad de Agronomía de la Universidad de la República.
Dirección General Forestal del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
Apoyo: PPR
19 y 20 de Abril de 2012

ÍNDICE

Evaluación De La Etapa De Multiplicación Del Guayabo (<i>Acca Sellowiana</i>) <i>In Vitro</i> Glenda García, Andrea Politi, Alicia Castillo	2
Fruteiras Nativas Do Sul Do Brasil. Rodrigo Cezar Franzon	12
Avances En Estudios Genómicos En Guayabo Del País (<i>Acca Sellowiana</i>). Pritsch C, Mazzella C, Quezada M, Da Cruz I, Vázquez S, Gaiero P, Vaio M, Silva P, Baccino E, Lombardo P, Hinrichsen P, García AAF, Cabrera D, Vignale B.	16
Estudios biológicos y taxonómicos de la especie frutal nativa <i>psidium cattleianum</i> (myrtaceae). Speroni, G., C. Mazzella, B. Vignale, C. Pritsch, D. Cabrera, M. Bonifacino, M. Quezada, M.P. Silva, G. Jolochin, A. Tardáguila, P. Gaiero, C. Millán, C. Trujillo	23
Futuro de la investigación en frutas nativas en la región sur de Brasil. Dra. María Do Carmo Bassols Rasseira	36
Selección de frutas nativas. Avances. Vignale B., Cabrera L., Nebel J. P., Lombardo P., Rodriguez P. , Zoppolo R. , Pereira C.	38
Caracterización de una población de Guayabo del país (<i>Acca Sellowiana</i> Berg. Burret) de pulpa rosada. Cruz C., Gerardo; Escanda F., Cecilia; Machado J., Gonzalo; Rameau C., Diego.	45
Avances en la selección de Guayabo del País. Cabrera D., Vignale B., Nebel J. P., Lombardo P., Rodriguez P. , Zoppolo R. , Pereira C.	48
Aportes nutricionales y su importancia para la salud, de los frutos nativos del Uruguay Feippe. A; Ibáñez. F; Fredes. A; Zoppolo. R; Cabrera. D; Vignale. B.	54
Experiencias de desarrollo a través de la valorización de frutos nativos. Ing. Alim. Mariana Irisity	60
Frutos Nativos: algunas experiencias sobre su explotación comercial. Carlos Crocche	62

EVALUACIÓN DE LA ETAPA DE MULTIPLICACIÓN DEL GUAYABO (*Acca sellowiana*) *in vitro*

Glenda García¹, Andrea Politi¹, Alicia Castillo²

1) Pasantes del curso de Propagación de Plantas de Facultad de Agronomía UdelaR.

2) Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales, Unidad de Biotecnología INIA Las Brujas.

1.- INTRODUCCIÓN

El guayabo (*Acca sellowiana*) perteneciente a la familia *Myrtaceae*, es una especie fructífera que se encuentra nativa en el Uruguay y en el sur de Brasil. Esta especie presenta porte reducido, raramente sobrepasando los 4 metros de altura en condiciones de cultivo. Es una especie predominantemente alógama, de floración tardía que florece en los meses de octubre - noviembre cuando no hay más riesgos de helada y cuando su polinización es asegurada en buena parte por los pájaros fructívoros. En consecuencia, individuos con alta variabilidad genética son esperados en la progenie, dificultándose la fijación de características de interés agronómico (Oltramari et al., 2000).

La propagación vegetativa convencional de esta especie por estaca presenta baja eficiencia en algunos casos. El injerto, también es un proceso utilizado para la implantación de ensayos de multiplicación presenta resultados aleatorios. Una de las causas es la contaminación por hongos. Teniendo en vista estas limitaciones, las técnicas de cultivo de tejidos vegetales constituyen herramientas que pueden ser aplicadas para la micropropagación clonal masal de genotipos superiores y para la domesticación de esta especie (Oltramari et al., 2000).

La micropropagación consiste en el cultivo en condiciones de asepsia de células, tejidos y órganos (explante) en medios artificiales y en condiciones de crecimiento controladas.

El objetivo de la propagación *in vitro* es formar plantas idénticas a las plantas madres. Ésta técnica permite explotar la totipotencia de las células vegetales y esta técnica tiene su base, en el hecho de que todas las células vegetales poseen la misma información genética.

Algunas de las ventajas que posee la micropropagación son:

- permite propagar algunas especies que no se propagan *in vivo*
- se requiere poca área de trabajo
- elimina el efecto estacional
- se requiere poco material inicial para obtener grandes cantidades
- permite un constante control y descarte de plantas afectadas

- las plantas micropropagadas poseen mayor crecimiento por rejuvenecimiento y control de la sanidad

En particular las especies leñosas presentan ciertas dificultades bajo cultivo *in vitro*:

- Menor capacidad regenerativa
- Dificultad en inducción del rejuvenecimiento
- Dificultad en la desinfección del explante
- Mayor oxidación en el explante inicial
- Menor tasa de multiplicación
- Enraizamiento y aclimatación limitantes
- Crecimiento inicial post *vitro* muy lento.

Estudios preliminares de micropropagación de *Feijoa sellowiana* basados en la organogénesis, fueron realizados a partir de explantes de meristemas y hojas jóvenes, así como también de meristemas caulinares y microestacas. Los resultados obtenidos demuestran bajas tasas de neoformación de yemas y altos índices de contaminación y oxidación, con ambas fuentes de explantes. Estos factores indican un grado de dificultad y baja eficiencia de este protocolo. Bassi y Cossio (1993) probaron diferentes formulaciones salinas para la micropropagación de *F. sellowiana* y constataron la superioridad de los resultados cuando fue utilizado el medio básico Woody Plant Medium (WPM, Lloyd & McCown, 1981), exento de fitoreguladores. (Oltramari et al., 2000)

Entre los factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, la luz está directamente relacionada con la fotosíntesis, el fototropismo y los procesos de morfogénesis. La calidad, intensidad, dirección y la duración del período de exposición a la luz, interfieren en las respuestas al desarrollo y el metabolismo de los vegetales (Chory, 1997).

En un contexto de diversificación de la producción, el programa nacional de fruticultura, explora el desarrollo de tecnología en frutos no tradicionales tomando como especies, algunas nativas interesantes por la calidad de fruta y adaptadas a nuestras condiciones ambientales. A través de la micropropagación, se podrá iniciar el desarrollo de la tecnología del cultivo en un material factible de evaluar en condiciones comerciales. En ese sentido este trabajo evaluó el efecto de las variables físicas que afectan el crecimiento de las plantas en la etapa de multiplicación *in Vitro*.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo fueron:

- evaluar el comportamiento de las plantas durante la etapa de multiplicación en diferentes consistencias de medios de cultivo (sólido vs doble capa)
- evaluar la respuesta de las plantas a la calidad de luz (luz fluorescente vs tubos para crecimiento de plantas, llamados luz BIO).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal a utilizar proviene de selecciones realizadas por la Ing. Agr. Beatriz Vignale en el Departamento de Salto. Dicho material consiste de microestacas que se encuentran en medios de multiplicación en la cámara de crecimiento del laboratorio de Cultivos *in vitro* de la Unidad de Biotecnología de INIA “Las Brujas”.

El medio de cultivo utilizado es el medio WPM (Woody Plant Medium, Lloyd & Mc Cown, 1981) con un agregado de 0,5mg/l de Bencil amino purina (BAP) como citoquinina. En el Cuadro No. 1 se presenta la formulación del medio WPM expresado en ml/L.

Cuadro No. 1: Formulación del medio WPM utilizado en el ensayo

Nutriente	(ml/l medio)
Macro WPM	100
Micro WPM	1
Cloruro de Ca	1
Nitrato de Ca	1
Solución Ex2 (doble Fe)	40
Vitamina Staba	1
Sacarosa	20 g
Agar	8,3 g/l
BAP	0,5 mg/L

El ensayo consistió de 4 tratamientos.

Los factores a evaluar fueron los siguientes:

- Consistencia del medio de cultivo. Los dos niveles que se utilizaron fueron: medio sólido y doble capa (medio sólido abajo y 2ml del mismo medio líquido arriba).

Calidad de la luz, evaluándose la respuesta de las plantas bajo luz común (tubos fluorescentes de 36 W, General Electric®) y luz BIO (tubos Narva®LT-T5). La luz de

espectro total de las lámparas de la serie NARVA BIO vital contiene al lado de la gama completa de la parte visible del espectro también algunos componentes de los rangos UVA y UVB del espectro. Es casi equivalente al efecto a la luz solar natural.

Tratamiento 1- medio sólido – luz común

Tratamiento 2- medio sólido – luz Bio

Tratamiento 3- medio Doble Capa - luz común

Tratamiento 4- medio Doble Capa – luz Bio

El diseño del experimento fue un factorial 2 x 2 totalmente al azar. Se partió de diferente número de repeticiones por tratamiento y el número de plantas inicial por frasco varió entre 8 y 14, en función del tamaño de las mismas. Los datos obtenidos se analizaron en el programa estadístico INFOSTAT®.

Cuadro No. 2 : Esquema del arreglo factorial

FACTOR 1	FACTOR 2	Repeticiones				
		1	2	3	4	5
SÓLIDO	LUZ COMÚN	5	10	10		
	LUZ BIO	10	7	6	6	
DOBLE CAPA	LUZ COMÚN	14	10	10	9	11
	LUZ BIO	11	4	13	9	8

Se realizaron cuatro repiques a frascos con medios de cultivo nuevos cada 15-20 días. Las plantas que superaban seis nudos se cortaban a la mitad y las que estaban brotadas en la base se separaban obteniéndose así plantas individuales. Además se les cortaba el callo a todas las plantas de manera de favorecer una rápida absorción de los nutrientes. En cada repique se registró el número total de plantas y el número de plantas vivas (Nº total de plantas – Nº de plantas perdidas por contaminación).

En el último repique se realizó un muestreo al azar para medir altura de la planta y distancia de entrenudos. La muestra consistió en el 10% de las plantas totales de cada tratamiento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente en cada repique se contabilizó el número de plantas. Dicho registro se presenta a continuación y en el Anexo No. 1 se muestran los datos originales.

Cuadro No. 2: Número de plantas totales y vivas para cada fecha de repique y cada tratamiento

TRATAM	CONSIST	LUZ	26-jun		10-jul		31-jul		18-ago		2- set	
			Nº plantas total	vivas	Nº plantas total	vivas	Nº plantas total	Vivas	Nº plantas Total	vivas	Nº plantas total	vivas
1	SÓLIDO	LUZ COMÚN	25	25	38	38	57	57	79	71	79	79
2		LUZ BIO	29	29	33	33	54	45	41	41	44	44
3	DOBLE	LUZ COMÚN	54	54	86	71	130	107	138	124	143	143
4	CAPA	LUZ BIO	45	45	54	54	92	92	113	113	151	137

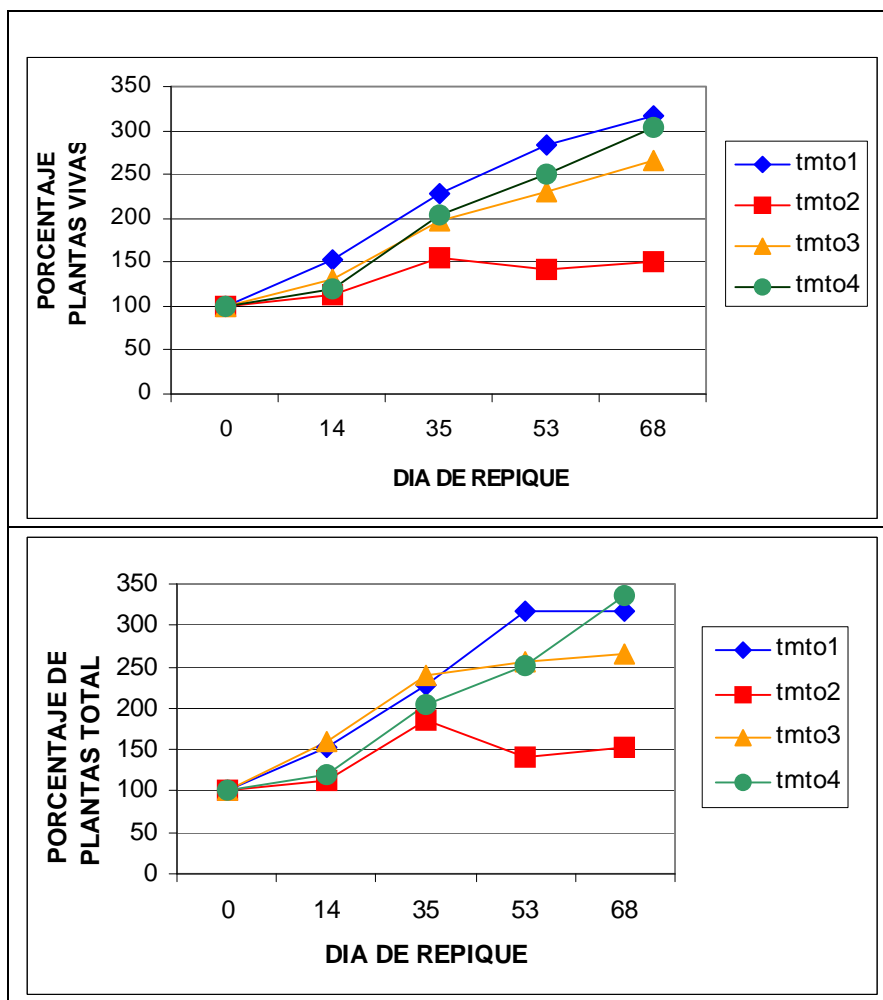
Dado que los números iniciales de plantas fueron diferentes entre tratamientos, no se pueden comparar entre sí los números finales obtenidos. De esta manera se calculó el incremento de plantas en porcentaje tomando el número de plantas iniciales como base 100. A continuación se presenta el cuadro No. 3 y las gráficas correspondientes a la evolución en porcentaje.

Cuadro No. 3: Número absoluto y porcentaje de las plantas

PL VIVAS	26/06	10/07	31/07	18/08	02/09	PL TOT	26/06	10/07	31/07	18/08	02/09
tmt0 1	25	38	57	71	79	tmt0 1	25	38	57	79	79
tmt0 2	29	33	45	41*	44	tmt0 2	29	33	54	41	44
tmt0 3	54	71	107	124	143	tmt0 3	54	86	130	138	143
tmt0 4	45	54	92	113	137	tmt0 4	45	54	92	113	151
tmt01	100	152	228	284	316	tmt01	100	152	228	316	316
tmt02	100	114	155	141	152	tmt02	100	114	186	141	152
tmt03	100	131	198	230	265	tmt03	100	159	241	256	265
tmt04	100	120	204	251	304	tmt04	100	120	204	251	336

*- en el repique del 31 de julio al 18 de agosto se extravió un frasco del tratamiento 2, por ello en los siguientes análisis no será considerado dicho tratamiento.

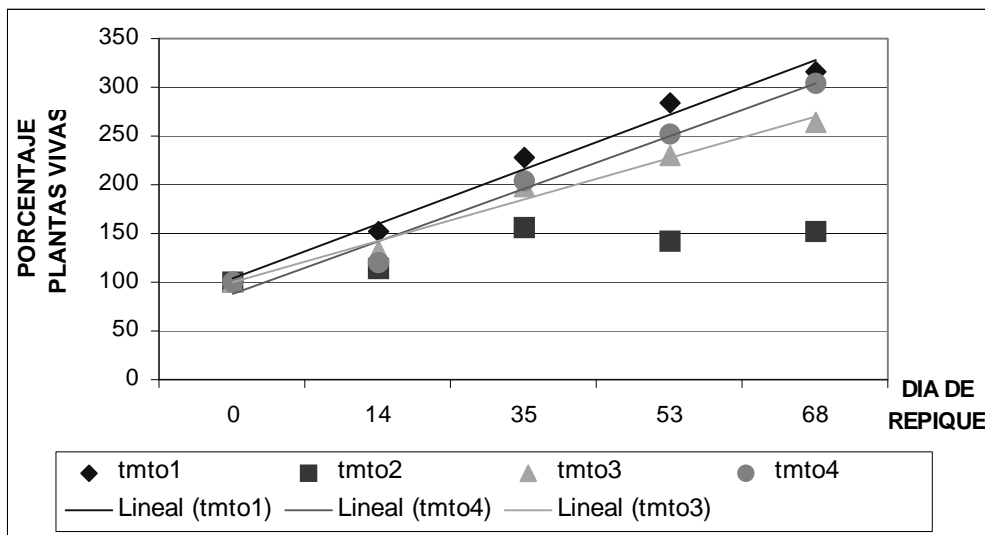
Gráficas No 1 y 2: Evolución del porcentaje de incremento de plantas totales y vivas según fecha de repique



De los gráficos anteriores se puede decir que el tratamiento 1 presentó el mejor comportamiento seguido por el 4 y el 3. Sin embargo esta afirmación no es válida sin un análisis estadístico.

En los siguientes cálculos estadísticos se estudia la evolución de las plantas vivas y no totales de forma de no desfavorecer los tratamientos que tuvieron mayor contaminación (por manejos inadecuados en el laboratorio). Por lo tanto a partir de los datos en porcentaje de plantas vivas se calculó el modelo de regresión para los tratamientos 1, 3 y 4 con el objetivo de poder comparar las curvas entre sí.

Gráfica No. 3: Curva de regresión ajustada para el porcentaje de incremento de plantas vivas según fecha de repique



TRAT 1 $y = 42.778x + 56.481$
 TRAT 3 $y = 56.4x + 46.8$

TRAT 4 $y = 54x + 34$

A partir del gráfico y de los modelos obtenidos se puede concluir que los tratamientos 1 y 4 son los que presentaron mayor pendiente, es decir mayor incremento de plantas en el tiempo, siendo el 1 ligeramente superior. para corroborar esto se procedió al cálculo del intervalo de confianza, con 90 y 95% de confianza.

Cuadro No. 4: Coeficientes de regresión y límites del intervalo de confianza Bioa los tratamientos 1, 3 y 4.

Tratamiento	R ² (95)	Lim inf (95)	Lim sup (95)	Lim inf (90)	Lim sup (90)
1	0.99	2.70	3.76	2.83	3.63
3	0.99	2.04	2.86	2.14	2.76
4	0.99	2.49	3.71	2.65	3.56

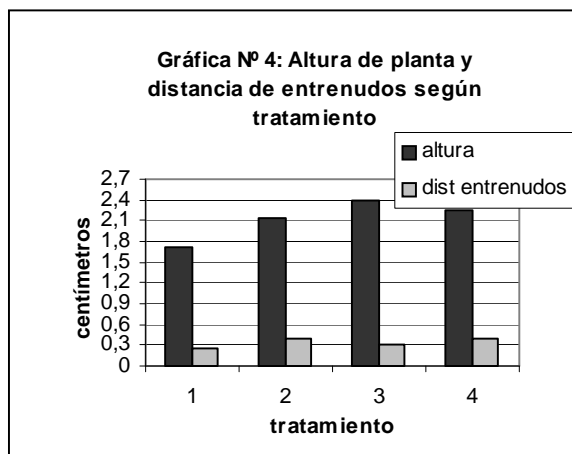
Con una confianza de 95% los tres tratamientos no presentaron diferencias significativas. Sin embargo, al utilizar una confianza del 90% se observó que el tratamiento 1 es diferente y superior al tratamiento 3, mientras que el 4 muestra un comportamiento intermedio y similar a los dos anteriores.

A continuación se presentan los datos promediados del muestreo de altura de planta y distancia de entrenudos así como los análisis de varianza y el test de Tukey. Es de destacar

que los coeficientes de variación obtenidos fueron elevados para un ensayo en laboratorio (28,52 y 35,63%). En el Anexo Nº 2 se muestran los datos originales.

Cuadro No. 5: Datos promediados del muestreo final.

Tmto	Altura (cm)	Distancia entrenudos (cm)
1	1,713	0,246
2	2,150	0,393
3	2,389	0,296
4	2,250	0,388



Cuadro No. 6: Análisis de Varianza para altura de planta

F.V	p-valor
Modelo	0.1170
Medio	0.0759
Luz	0.4876
Medio*Luz	0.1833

Cuadro No. 7: Análisis de Varianza de distancia de entrenudos

F.V	p-valor
Modelo	0.0284
Medio	0.5758
Luz	0.0051
Medio*Luz	0.4915

Cuadro No. 8: Test de Tukey para la distancia de entrenudos.

Luz	Medias	N
BIO	0.39	19
Común	0.27	22

Letras distintas indican diferencias significativas

A partir del análisis de varianza para altura de planta (Cuadro No. 6) se concluye que no existen diferencias significativas entre los factores (medio y luz) así como tampoco en su interacción (medio*luz).

Para la distancia de entrenudos (Cuadro No. 7), en el análisis de varianza se observaron diferencias significativas únicamente para el factor luz. Lo mismo se puede corroborar mediante el test de Tukey, siendo las plantas sometidas a luz BIO las que obtuvieron mayores valores.

Finalmente, para evaluar la contaminación se realizó un intervalo de confianza al 95% para observar si existieron diferencias entre tratamientos ya que independientemente del error humano que pudiera existir, se observó que el tratamiento 3 presentaba mayores pérdidas por frascos contaminados.

Cuadro No.9 Intervalos de confianza para contaminación

IC (95%)	Lim inf	Lim sup
tmt01	0,07	0,14
tmt02	0,05	0,12
tmt03	0,07	0,12
tmt04	0,01	0,05

Como se puede observar a partir de los intervalos de confianza, no existen diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2 y 3, determinándose el 4 como el de menor contaminación (aunque su límite superior coincide con el inferior del tratamiento 2). Esto significa que la contaminación no se debió a un efecto del tratamiento sino a otros factores como por ejemplo la manipulación del material.

6. CONCLUSIONES

- Los tratamientos 1 (medio sólido- luz común) y 4 (doble capa-luz BIO) fueron los que obtuvieron mejores resultados en porcentaje de plantas obtenidas en el período evaluado, no observándose diferencias significativas entre ambos.
- Para la variable “altura de planta” no se verificaron efectos individuales de los factores consistencia del medio y luz así como tampoco de su interacción.
- Para la variable “distancia de entrenudos” se observó la existencia de un efecto del factor luz, siendo la luz BIO la que favoreció la elongación de entrenudos.

8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- CHORY, J. , 1997 Light modulation of vegetative development. Plant Cell v.9, p.981-988.
- FIGUEREIDO, S. L. B.; KERSTEN, E.; SCHUCH, M. W.; 1995.Efeito do estiolamento Biocial e do ácido indolbutírico (IBA) no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*, Berg), Sci. agric. (Piracicaba, Braz), v.52 n.1, Piracicaba, jan./abr.
- LLOYD & MCCOWN, 1981. Commercially-feasible micropropagation of Mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. Int. Plant Prop. Soc. Proc. 30 421-427
- Material del curso de Micropropagación de plantas de Facultad de Agronomía, Universidad de la República
- OLTRAMARI, A. C.; DAL VESCO, L. L.; PEDROTTI, E. L.; JOSEPH DUCROQUET, J. H.; ONOFRE NODARI, R.; GUERRA, M. P. .2000. Protocolo de micropropagação da goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret), Cienc. Rural, v.30 n.1, Santa Maria jan./mar

FRUTEIRAS NATIVAS DO SUL DO BRASIL

Rodrigo Cezar Franzon
rodrigo.franzon@cpact.embrapa.br
Embrapa Clima Temperado
Rodovia BR 392, km 78
Caixa Postal 403 - Pelotas, RS - Brasil - 96010-971
Fone: (53) 3275-8100 - Fax: (53) 3275-8221

O Brasil é um dos principais centros de diversidade genética do mundo, a qual está distribuída nos Biomas Floresta Amazônica, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica, Campos do Sul, e Cerrado. Dentre a grande biodiversidade existente nestes Biomas, se destacam as fruteiras silvestres. As frutas nativas do Brasil apresentam grande potencial para exploração econômica, podendo constituir-se em nova alternativa, principalmente em nichos de mercado ávidos por novidades. Além da possibilidade de exploração para consumo *in natura*, podem ser exploradas pela agroindústria para sucos e para uso na fabricação de sorvetes, geléias, doces, licores e outros produtos.

Mais recentemente, muitas destas espécies também vêm despertando a atenção da indústria farmacêutica, pois as frutas são ricas em vitaminas e em substâncias antioxidantes, dentre outras, como óleos essenciais que podem ser extraídos das folhas e de outras partes da planta.

Assim, há um grande campo com potencial a ser explorado para a inserção de novas espécies em sistemas produtivos. Estas, hoje desconhecidas do mercado consumidor, podem, a médio e longo prazo, constituírem-se em espécies de importância comercial, principalmente em pequenas propriedades rurais, oportunizando uma renda adicional. Ao mesmo tempo, poderão trazer benefícios para os consumidores, através da diversificação da dieta alimentar com a inclusão de novas frutas.

Existem muitas espécies nativas da flora brasileira que também apresentam frutos comestíveis, porém com pequena produção comercial e limitada a determinadas regiões, como é o caso da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), no Nordeste do Brasil (BEZERRA et al, 2000), das jaboticabeiras (*Plinia* spp.), principalmente no Sudeste, do camu-camu (*Myrciaria dúbia*), no Norte do país (DONADIO et al., 2002), da feijoa (*Acca sellowiana*) (DUCROQUET et al., 2000) e do araçá (*Psidium cattleianum* Sabine), na região Sul

(RASEIRA; RASEIRA, 1996), entre outras. A feijoa também é cultivada em outros países, como na Nova Zelândia, na Colômbia e nos Estados Unidos.

A Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS, mantém um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de fruteiras nativas no sul do Brasil, com destaque para algumas espécies da família Myrtaceae. O BAG de fruteiras nativas tem como objetivo principal preservar e estudar o potencial destas espécies, para que num futuro próximo possam ser melhoradas e incorporadas aos sistemas produtivos da região, tornando-se uma nova alternativa também aos consumidores.

O BAG, que hoje conta com 16 espécies nativas, está localizado a latitude de 31°46'19", longitude 52°20'33" e altitude 60 m. Constam do Banco as seguintes espécies nativas: guabiroba (*Campomonesia xanthocarpa*); pitanga (*Eugenia uniflora*); araçá (*Psidium cattleianum*); feijoa (*Aca sellowiana*); ingá (*Inga uruguensis*); guabiju (*Myrcianthes pungens*); araticum (*Rollinia exalbida*); butiá (*Butia capitata*, *B. eryosphata*, *B. odorata*, *B. pubescens* e *B. paraguayensis*); uvaia (*E. pyriformis*); cereja do Rio Grande (*E. involucrata*); jabuticaba (*Myrciaria truncifolia*); *Rubus sp.*

A conservação é ex situ, a campo, sendo mantidas geralmente cinco plantas por espécie, em espaçamento de 5 por 3 metros. Do total de acessos cerca de 92% está caracterizado ao menos com um mínimo de parâmetros.

Caracterização agrônômica e morfológica: Na Embrapa Clima Temperado tem sido realizada apenas a caracterização das frutas, de cada planta, considerando-se época de maturação, forma, cor, sólidos solúveis totais, diâmetro, peso médio e sabor. Em algumas espécies de maior potencial, a médio prazo, são avaliados outros parâmetros, tais como firmeza de polpa, aroma, tamanho das sementes e percepção das mesmas. Para o araçazeiro e a pitangueira, já é seguida uma ficha de avaliação. Atualmente, existem mais de 200 genótipos de pitangueira selecionados e em torno de 100 genótipos de araçazeiro. Em relação a uvaia, foram selecionados 20 genótipos. Para as demais espécies ainda não há seleções, pois a variabilidade na coleção é pequena, dificultando este processo.

Caracterização química: em relação aos frutos nativos, deve ser levado em consideração que são alimentos ricos em compostos fitoquímicos, alguns deles já reconhecidos com propriedades funcionais. Recentemente, a Embrapa Clima Temperado finalizou um projeto sobre a “Caracterização fitoquímica da pitanga e seu uso potencial como alimento funcional”. Os resultados mostraram que esta fruta apresenta teores elevados de

antocianinas (superior ao da romã), carotenóides (superiores ao da cenoura) e compostos fenólicos (superior ao da amora-preta), podendo ser utilizada também pela indústria cosmética, devido ao alto poder antioxidante. A caracterização de diferentes seleções de pitangueira quanto aos compostos bioativos demonstrou uma grande variação nos teores destes compostos, o que é de grande interesse, principalmente quando se pensa no início dos trabalhos de melhoramento genético. Novos genótipos devem ser selecionados dando atenção para estas características e seleções com alto potencial antioxidante podem ser utilizadas em cruzamentos com outras que tenham características agrônômicas mais interessantes, obtendo-se assim plantas produtivas, resistentes e com frutas de alta qualidade.

Algumas espécies como pitangueira (*E. uniflora*), cereja-do-Rio Grande (*E. involucrata*), guabiju (*M. pungens*), guabirobeira (*C. xanthocarpa*) e araçazeiro (*P. cattleyanum*) foram avaliadas quanto aos compostos voláteis. Ao todo, foram identificados sessenta e seis que representam 94.6 a 99.1% do total. Sendo principais, em guabirobeira, o limoneno(10,9%) e B cariofileno (21.8%). Em guabiju os componentes principais foram B cariofileno(32.7%), germacreno D (14.2%) e biciclogermacreno (11.2%). Em pitanga foi o ácido hexadecanoico (11.7%) e em araçá o Beta cariofileno, neo-intermedeol (14.2%) e B selineno (10.1%) e em cereja do Rio Grande destacou-se também o B raiofileno. Os óleos essenciais entretanto, corresponderam a 0.2% do peso fresco em araçá e guabiroba e 0.1% em guabiju, pitanga e cereja do Rio Grande (MARIN et al, 2008).

Em relação à propagação, estudos visando a propagação da pitangueira através da enxertia foram realizados pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA (BEZERRA et al., 1999; BEZERRA et al., 2002). No entanto, segundo estes autores, a prática da enxertia na pitangueira é pouco conhecida dos viveiristas e produtores daquela região, e os plantios comerciais são realizados exclusivamente com mudas de sementes. Mais recentemente, no Sul do Brasil, trabalhos com enxertia em pitangueira foram realizados pela equipe da Embrapa Clima Temperado (FRANZON et al., 2008; FRANZON et al., 2010), e também na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LATTUADA et al., 2010), e os resultados são promissores, com percentuais de sucesso de até 75%. Porém, a técnica ainda é restrita ao uso experimental, e a adoção por parte dos produtores de mudas e agricultores requer que o processo seja aprimorado.

BIBLIOGRAFIA

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; FREITAS, E.V.; SANTOS, V.F. Método de enxertia e idade de porta-enxerto na propagação da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.3, p.262-265. 1999.

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; FREITAS, E.V.; SILVA JUNIOR, J.F. Propagação de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pelo método de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.160-162. 2002.

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; PEDROSA, A.C.; DANTAS, A.P.; FREITAS, E.V.. Performance of surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.) in Pernambuco, Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.370, p.77-81. 1995.

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; SILVA JUNIOR, J.F.; ALVES, M.A. Comportamento da pitangueira (*Eugenia uniflora* L) sob irrigação na região do Vale do Rio Moxotó, Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.177-179, 2004.

LATTUADA, D.S.S.; DUTRA, P.D.; GONZATTO, M.P. Enxertia herbácea em Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.32, n.4, p.1285-1288, 2010.

FRANZON, R.C.; GONÇALVES, R.S.; ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B. Propagação vegetativa de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) do Sul do Brasil por enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.262-267, 2010.

FRANZON, R.C.; GONÇALVES, R.S.; ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B.; TREVISAN, R. Propagação da pitangueira através da enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.2, p.488-491, 2008.

FRANZON, R.C.; RASEIRA, M.C.B. ; CORRÊA, E.R. . **Potencialidades agronômicas de algumas Mirtáceas frutíferas nativas do Sul do Brasil**. In: RASEIRA, M.C.B.; ANTUNES, L.E.C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E.D.. (Org.) *Espécies Frutíferas Nativas do Sul do Brasil*. 1 ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, p.99-106.

RASEIRA, M.C.B.; RASEIRA, A. **Contribuição ao estudo do araçazeiro, *Psidium cattleianum***. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado. 1996. 95p.

VIZZOTTO, M.; CARDOSO, J.H.; CASTILHO, P.M.; PEREIRA, M.C.; FETTER, M.R. Composição fitoquímica e atividade antioxidante de sucos produzidos com diferentes espécies de frutas nativas. In: XVIII CIC, XI ENPOS, I Mostra Científica, 2009, Pelotas. Anais do XVIII CIC XI ENPOS I Mostra Científica, 2009.

"AVANCES EN ESTUDIOS GENÓMICOS EN GUAYABO DEL PAÍS (ACCA SELLOWIANA)"

Pritsch C¹, Mazzella C¹, Quezada M¹, Da Cruz I¹, Vázquez S¹, Gaiero P¹, Vaio M¹, Silva P¹, Baccino E¹, Lombardo P², Hinrichsen P³, García AAF⁴, Cabrera D⁵, Vignale B².

¹Depto de Biología Vegetal, ²Depto de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, UDELAR; ³INIA La Platina (Chile); ⁴ESALQ-USP (Brasil); ⁵INIA (Uruguay).

La genómica es una disciplina reciente que ha revolucionado el conocimiento y la comprensión de los procesos biológicos. Su desarrollo explosivo en los últimos 10 años surge como consecuencia de los avances realizados en biología molecular e informática. El término genómica, acuñado en 1986, se refiere a la subdisciplina de la genética que se ocupa de la caracterización del genoma o sea el conjunto de secuencias de ADN que definen a un organismo. Dentro de la genómica podemos encontrar dos grandes áreas: la genómica estructural, que se centra en la caracterización física de genomas enteros y la genómica funcional que caracteriza, en particular, la información del genoma que es activamente utilizada por un organismo en sus diferentes procesos metabólicos.

La genómica estructural abarca diversos abordajes descriptivos de la organización o arquitectura del material genético. El abordaje citogenético estudia la estructura y organización del material genético a nivel celular mediante microscopía. De esta manera se genera información sobre el número y estructura del juego de cromosomas (cariotipos), la localización de determinadas secuencias en los cromosomas (hibridación *in situ*) así como la dinámica de los cromosomas en la formación de los gametos (apareamiento cromosómico en meiosis). El conjunto de información generada permite proponer la arquitectura citogenética de una especie. Mediante la elaboración de mapas genéticos y físicos se pretende describir la localización y ordenamiento de los genes en los cromosomas (arquitectura genética). En los mapas de mayor desarrollo, se conoce la posición específica de un gran número (cientos a miles) de genes y marcadores moleculares en cada cromosoma. Por último, el abordaje de mayor nivel de resolución lo constituye la secuenciación del ADN de genomas completos lo cual ya es una realidad para muchas especies. De manera específica, la caracterización de la estructura del genoma de una especie facilita la identificación y utilización de genes de interés. Además, la comparación de genomas de individuos de una especie y de especies emparentadas permite visualizar los eventos de reorganización del genoma ocurridos en el corto plazo (procesos de domesticación y mejoramiento genético) así como en el largo plazo (durante los procesos evolutivos que determinaron las diferentes especies que están disponibles hoy).

En la actualidad, los estudios genómicos sirven de sustento estratégico al desarrollo biotecnológico de especies de interés agrícola incluyendo a las especies frutales. Por

ejemplo para cada una de las siguientes especies frutales de importancia económica, como manzano, durazno, pera, cítricos y vid (entre otras) se dispone de bases de datos que almacenan enorme cantidad de información estructural y funcional de sus genomas, y de sus integraciones. A partir de dicha información se han generado diversas herramientas biotecnológicas útiles, que han permitido acelerar y optimizar los procesos de mejoramiento genético convencionales. Aunque esto constituye de por sí algo impactante, lo que resulta aun más relevante del desarrollo tecnológico actual, es que permite realizar considerables avances en la genómica estructural, incluso en especies frutales de menor impacto internacional y con menor cantidad de conocimiento acumulado, como el guayabo (Fig. 1).



Figura 1. Fruta de guayabo del país.

Estudios citogenéticos

El estudio citogenético de una especie aporta conocimiento básico para análisis genómicos físicos y funcionales. El conocer el nivel de ploidía de una especie, los polimorfismos (variantes) en el número cromosómico (tanto a nivel inter como intrapoblacional), la presencia de marcadores cromosómicos o la caracterización del tipo de cariotipo son importantes. En este trabajo se logró describir el número cromosómico de individuos de *Acca sellowiana* de tres orígenes de Uruguay así como construir el cariotipo correspondiente (Fig. 2). Para la observación de cromosomas mitóticos metafásicos se debió optimizar diferentes aspectos metodológicos en la obtención de los preparados citológicos (obtención de muestra de raíces, pretratamientos, tratamientos de tinción). El recuento indicó que contamos con individuos diploides $2n= 22$, lo que coincide por lo ya reportado por otros autores. Nuestro análisis determinó que todos los pares cromosómicos son metacéntricos y sus tamaños disminuyen gradualmente desde un par grande, medianos hasta pequeños generando un cariotipo simétrico. La longitud de los cromosomas de *A. sellowiana* varía entre $0.74 \mu\text{m}$ y $2.46 \mu\text{m}$, siendo el tamaño total del complemento cromosómico diploide de $14,7 \mu\text{m}$, por lo que el tamaño promedio por

genomio es de 7,35 μm . El número es coincidente con el número básico $x=11$ común a toda la familia *Myrtaceae*. Para la descripción del bandeo cromosómico se utilizaron los colorantes orceína, y la doble tinción con los fluorocromos 4',6-diamidino-fenilindol (DAPI) y cromomicina A3 (CMA3). Mediante el análisis de los cariotipos por bandeo diferencial CMA/DAPI se observó que dos individuos de diferentes orígenes presentaron patrones de bandeo cromosómico similares. En el par cromosómico 4, la región heterocromática distal coincidió con la región satelital. En esta misma región, una banda DAPI negativa, coincidió con una banda CMA3 positiva. Este patrón de tinción fue observado también en núcleos interfásicos y prometafases. El contenido de ADN genómico medido a través de citometría de flujo fue pequeño ($2C=0,74$ pg) en acuerdo con datos previamente reportados. Estas son contribuciones originales al análisis estructural del genoma vegetal de *A. sellowiana* siendo que los datos sobre la estructura cromosómica de las especies de Mirtáceas son escasos.

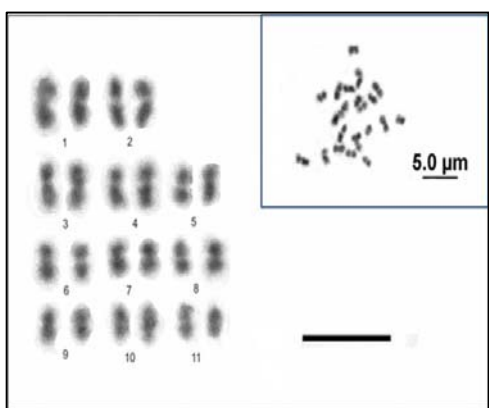


Fig. 2. Cariotipo de *A. sellowiana*, tinción con orceína. En recuadro la foto de la metafase utilizada. Barra: 5 μm

Mapa genético de guayabo

Entre los avances más importantes en la genómica se distingue el desarrollo de mapas genéticos. En estos mapas se representa la distribución lineal de genes y marcadores moleculares en grupos de ligamientos, los cuales se corresponden total o parcialmente con los cromosomas de una especie. La localización de marcadores moleculares en lugares específicos del genoma, permite utilizarlos como señaladores de diferentes regiones del genoma. De esta manera, la comparación de la información genética entre individuos puede restringirse a regiones genómicas bien definidas. Mediante esta “regionalización” del genoma es posible localizar en los cromosomas los genes involucrados en caracteres de importancia productiva como aquellos relacionados con la calidad de fruta, resistencia a enfermedades y heladas, fecha de floración y madurez etc. Es más, una vez conocida la localización en regiones genómicas específicas, los programas

de mejoramiento genético pueden identificar y seleccionar aquellos individuos que sean portadores de genes valiosos mediante técnicas de análisis de ADN.

Para la construcción del primer mapa genético de *A. sellowiana* se seleccionó una familia F1 de 160 hermanos enteros obtenida del cruzamiento TCO (madre) x BR (padre) realizado en el Programa de Selección de Frutas Nativas (FA-UdelaR, INIA y la Dirección Forestal, MGAP). Los padres (progenitores) utilizados manifiestan destacadas diferencias en varios caracteres de interés agronómico (Fig. 3, Tabla 1). La importante diversidad genética entre los padres, que es transmitida a los individuos de la F1 permite que un número muy importante de individuos recombinantes pueda ser detectado facilitando la construcción de mapas genéticos más completos.



Figura 3. Genotipos de *A. sellowiana* seleccionados como progenitores de la población de mapeo. Progenitor femenino TCO (izq) y progenitor masculino BR (der).

Tabla 1. Nombre, origen y caracteres de fruta y planta de los progenitores del cruzamiento de *A. sellowiana* utilizado para la construcción del mapa genético.

Progenitor	Origen	Caracteres de fruta				Caracteres de planta	
		Tamaño de fruta	Cáscara	Sabor	Pulpa	Desarrollo	Productividad
TCO	Zona silvestre, Cuchilla de Laureles, Tacuarembó	pequeña	Lisa, Brilliosa, amarilla, muy fina	Muy bueno (alto contenido de azúcar)	Fundente	Bueno	Muy buena
BR	Quinta frutícola, Melilla, Canelones	grande	Rugosa, verde oscura, gruesa	Sin sabor	No fundente	Bueno	Muy buena

La población de mapeo utilizada para la construcción del mapa genético esta compuesta por los progenitores TCO, BR y 160 individuos F1 de hermanos enteros. Dicha población está instalada en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía Salto (EEFAS), para su posterior evaluación fenotípica (Figura 4).



Figura 4. Progenie F1 de cruzamiento biparental utilizada para la construcción del mapa genético. F1 en estado de plántula, año 2010 (izq.) e instalada a campo, año 2011 (der.), EEFAS,

El ADN de cada individuo de la población de mapeo se analizó utilizando un total de 299 marcadores moleculares tanto de tipo dominante: ISSR (59) y AFLP (233) como codominantes: SSR (7). Para la construcción del mapa genético, se utilizó la estrategia *pseudo testcross*, la cual es ampliamente utilizada en especies frutales y forestales no

mejoradas. Esta estrategia aprovecha el elevado nivel de heterocigosidad en estas especies, y elude la limitante de la mayoría de las especies frutales y forestales de no poder realizar cruzamientos entre líneas puras y generar poblaciones de mapeo convencionales F2 o retrocruzas. Siguiendo esta estrategia, en una primera etapa se construyeron los mapas genéticos del progenitor femenino y del masculino, empleando separadamente los marcadores heterocigotas para casa uno de los parentales, respectivamente. En una segunda etapa, se construyó un mapa genético integrado siguiendo un procedimiento estadístico de máxima verosimilitud.

Como resultado se obtuvo el primer mapa genético integrado de *A. sellowiana*, que comprende 224 marcadores moleculares, asignados a 15 grupos de ligamiento mayores y 23 menores (tripletes y dobletes), representando un largo total de mapa de 2927,9 cM y una distancia promedio entre marcadores de 16 cM. A modo de ejemplo, en la Fig. 5 se muestra el grupo de ligamiento 1 del mapa genético de guayabo con un total de 32 marcadores moleculares, y una distancia total de 428,7 cM.

La siguiente etapa será articular el análisis de la información fenotípica de la población F1 (datos morfológicos, bioquímicos, sanitarios, productivos) con la estructura del genoma “regionalizado” por marcadores moleculares en cada individuo F1. De esta manera será posible investigar en esta especie nativa la arquitectura genética de numerosas variables productivas o sea, cuáles (tipo y número) y dónde están (localización en cromosomas) los genes responsables de un carácter de interés. Esta información permitirá el diseño de estrategias de análisis de ADN de los individuos con marcadores que puedan predecir con razonable probabilidad de éxito cuales individuos son portadores de genes de mayor valor.

1

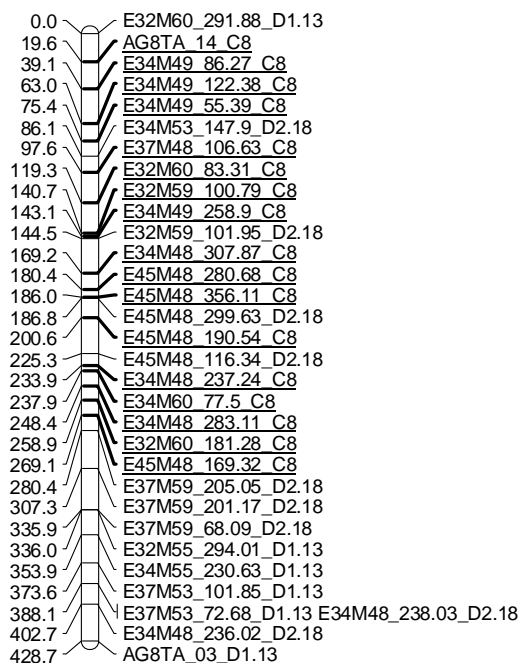


Figura 5. Grupo de ligamiento 1 del mapa genético integrado TCO x BR de *A. sellowiana* comprendiendo 32 marcadores, 2 del tipo ISSR y 30 AFLP. Los nombres de los marcadores se muestran a la derecha y las distancias genéticas (en cM) a la izquierda.

Este trabajo fue financiado por CSIC I+D UdelaR. M Quezada tuvo una beca de Maestría (ANII y CSIC) y de pasantía (CSIC y AMSUD Pasteur). La construcción del mapa genético formó parte de la Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias opción Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía UDELAR de M Quezada.

ESTUDIOS BIOLÓGICOS Y TAXONÓMICOS EN LA ESPECIE FRUTAL NATIVA *PSIDIUM CATTLEIANUM* (MYRTACEAE)*

Speroni, G.¹, C. Mazzella¹, B. Vignale², C. Pritsch¹, D. Cabrera³, M. Bonifacino¹, M. Quezada¹, M.P. Silva¹, G. Jolochin¹, A. Tardáguila¹, P. Gaiero¹, C. Millán¹, C. Trujillo¹

¹Dpto. Biología Vegetal, Facultad Agronomía, ²Estación Experimental Facultad Agronomía Salto, ³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Las Brujas

Introducción

La flora del Uruguay, con sus aproximadamente 2900 especies, encierra un potencial económico aún no suficientemente explorado. En este sentido, las especies frutales nativas han sido objeto de intensos estudios a nivel regional, abordando diferentes aspectos que aportan a la caracterización, selección, cultivo, manejo y utilización. *Psidium cattleianum* Sabine, “arazá”, fue incorporada al Programa de Selección de Frutas Nativas con potencial comercial, que lleva adelante la Facultad de Agronomía, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca desde el año 2000. En los jardines de introducción de EEFAS e INIA Las Brujas ha tenido buen desarrollo y buena sanidad, tanto en planta como en fruto y, junto con el guayabo del país (*Acca sellowiana*), es considerada como una de las especies de Mirtáceas más promisorias en sistemas de producción (Vignale & Bisio 2005). Dentro de las especies nativas del sur del Brasil, ha sido elegida por los productores como la que presenta mayor potencial para el aprovechamiento a corto plazo (Franzon 2004).

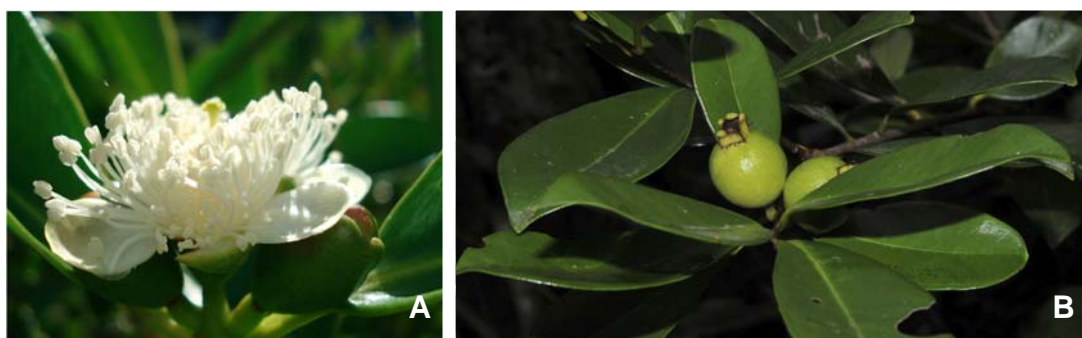


Fig. 1. *Psidium cattleianum* f. *lucidum*. A. Flor. B. Frutos de coloración amarilla

Psidium cattleianum es un arbusto de 1.5-3.0m de altura, de follaje denso y brillante, con tronco y ramas de corteza lisa, de color canela (Legrand 1968, Sobral 2003). Los frutos son de 2 a 3 cm de diámetro y existen materiales de frutos amarillos (Fig. 1) y rojos a violáceos (Fig. 2). En base a esta diferencia en coloración y algunos caracteres vegetativos, Degener (1939) describió *Psidium cattleianum* f. *lucidum* O. Deg. para referirse a los materiales con

frutos amarillos, característica que lo separa de la forma típica *P. cattleianum* f. *cattleianum* de frutos rojos. Se trata de una especie frecuente al SE de Brasil, en la faja litoral y sublitoral de Serra do Mar, desde el Estado de Espírito Santo, llegando hasta el NE de nuestro territorio. Fue confirmada por primera vez como especie nativa por Legrand (1936) en su reconocida obra *Mirtáceas del Uruguay*. Allí aparece el primer registro de la especie para la Cuchilla Dionisio, Departamento de Treinta y Tres, ya que hasta el momento todos los registros eran de especímenes cultivados. Posteriormente Legrand (1968) amplía el registro para el Departamento de Cerro Largo, complementando con el departamento anterior, una zona de alta influencia geomorfológica y florística del SE brasileño. En dicha obra también se cita una colecta en la Sierra de San Miguel (Dpto. Rocha), aunque duda de su condición silvestre. Grela (2004) y Brussa & Grela (2007) describen su distribución desde Sierra de Ríos (Cerro Largo) hasta el sur de la Laguna Merín, en la Sierra de San Miguel y alrededores de la Laguna Negra. Los registros de esta especie en los herbarios nacionales son escasos, muchos de ellos de materiales cultivados y no existen datos en las etiquetas sobre la coloración de los frutos. Legrand (1968) menciona explícitamente que ignora si existen materiales de frutos amarillos en territorio uruguayo, aunque otros autores (Grela 2004, Brussa & Grela 2007) describen ambos tipos de materiales.

Los primeros estudios en biología reproductiva del género *Psidium* fueron realizados por Seth (1963). La biología floral fue muy similar en el grupo, aunque *P. cattleianum* f. *lucidum* se distinguió del resto por presentar maduración de yemas y frutos más rápida, dehiscencia de las anteras después del inicio de la antesis, polen con baja longevidad y estigma receptivo por 72 horas en vez de 32. Hirano & Nakasone (1969) reportan un menor porcentaje de germinación de los granos de polen en citotipos de *Psidium* poliploides respecto a los diploides. En poblaciones brasileñas de *Psidium* se han determinado materiales $2n=22, 44, 66, 77$ y 88 , no presentando éstos mayores diferencias morfológicas entre sí (Costa & Forni-Martins 2006a,

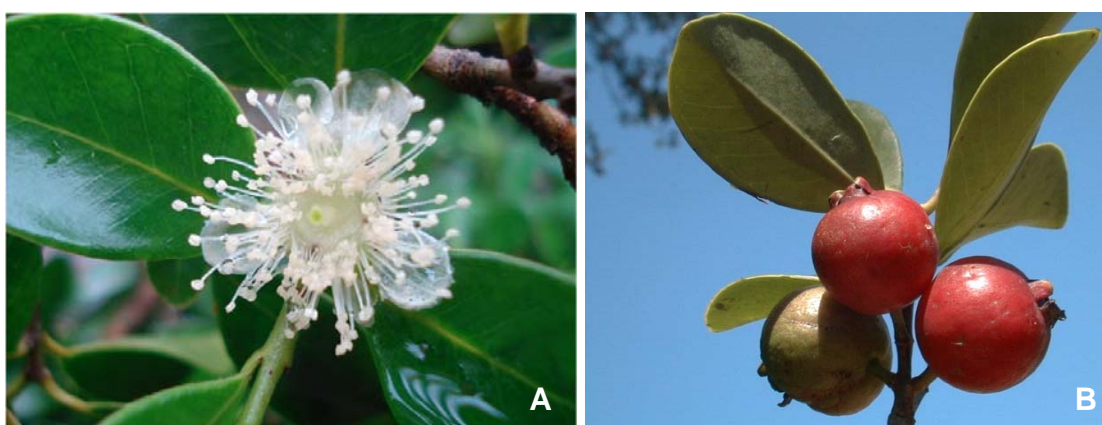


Fig. 2. *Psidium cattleianum* f. *cattleianum*. A. Flor. B. Frutos de coloración roja (Foto C. Brussa)

2006b, 2007). Dentro de los materiales colectados en Uruguay, recientemente nuestro grupo ha determinado plantas de arazá poliploides de número cromosómico claramente mayor a 66 (Mazzella com. pers) y que se reproducen normalmente por semillas.

Tanto en trabajos llevados adelante en materiales nacionales como brasileros, se ha detectado escasa variabilidad en la descendencia obtenida por semilla (Morton 1987, Franzon 2004, Franzon *et al.* 2004, Vignale & Bisio 2005). Morton (1987) reporta que progenies de semillas de arazá rojo segregan ocasionalmente en hábito, tamaño de fruto y ausencia de semilla. En cambio, las progenies de semilla del amarillo tienden a ser uniformes, lo cual estaría indicando posibles diferencias a nivel del sistema reproductivo entre ambos materiales. Por su parte Manshardt & Aradhyta (1990), utilizando isozimas, observaron una muy alta uniformidad al estudiar la progenie de tres plantas de *P. cattleianum* f. *cattleianum* y dos de *P. cattleianum* f. *lucidum*. Consistentemente observaron un único patrón electroforético en la progenie que coincidía con el del pie materno, sugiriendo apomixis, proceso descrito en otros géneros de la familia como *Syzygium* Gaertn. (Lughandha & Proença 1996).

En el presente proyecto se plantean estudios básicos en relación a la biología floral, el modo de reproducción, la formación de frutos y semillas y la biología de las mismas, en materiales actualmente en cultivo e interesantes por sus características productivas a nivel comercial e industrial. Se tienen en cuenta aspectos morfo-funcionales, citogenéticos y moleculares que contribuirán a la caracterización de los materiales, así como a la selección para la producción comercial de frutos, implementación de planes de manejo en cultivo, programas de mejoramiento y biotecnológicos. Se implementa además una minuciosa colecta en la zona de distribución natural citada para Uruguay, de forma de confirmar su presencia en nuestro territorio. En base a estos materiales se llevarán adelante los estudios taxonómicos para describir y registrar la variabilidad nativa, especialmente entre los materiales de frutos rojos y amarillos y determinar si es posible definir entidades taxonómicas diferentes en base a ellas.

Objetivos

1. Determinar el modo de reproducción en las flores de *Psidium cattleianum* en materiales cultivados y seleccionados por sus características productivas.
2. Establecer si existen diferencias entre los materiales cultivados y especialmente entre los que presentan frutos rojos y amarillos, a nivel de la fenología de la floración, biología floral y modo de reproducción, que afecten la productividad de los mismos.
3. Estudiar cómo afecta la polinización, teniendo en cuenta el traslado y origen del polen, la producción de los frutos en materiales con frutos rojos y amarillos.
4. Analizar la ontogenia de los frutos y semillas.

5. Determinar las mejores condiciones para optimizar la germinación de sus semillas.
6. Identificar y georreferenciar poblaciones naturales en territorio uruguayo.
7. Realizar colectas de materiales nativos en diferentes etapas fenológicas, para describir la variabilidad morfológica, vegetativa y reproductiva.
8. Determinar si existen variaciones que permitan confirmar entidades taxonómicas infraespecíficas para los materiales de frutos rojos y amarillos.

Materiales y estrategia de investigación

Para los estudios de fenología floral y biología reproductiva se utilizan los materiales de *Psidium cattleianum* cultivados en la Estación Experimental Facultad Agronomía Salto e INIA Las Brujas, que se detallan en la Tabla 1. Se trata de materiales de frutos rojos y amarillos que han sido seleccionados por sus buenas cualidades en cuanto a la cantidad de frutos producidos, el buen sabor de la pulpa y/o sus cualidades para la industrialización.

Tabla 1. Materiales de *Psidium cattleianum* utilizados en el estudio de fenología floral y biología reproductiva

Código	Rojo (R)/ Amarillo (A)	Ubicación	Características
IV-7	R	EEFAS	Buena productividad de frutos. Buen sabor
IV-6	A	EEFAS	Buena productividad de frutos
IV-3	R	EEFAS	Buena productividad de frutos. Buen sabor
IV-1	R	EEFAS	Fruto pequeño pero de producción más tardía
III-7	R	EEFAS	Buena productividad de frutos. Buen sabor
III-5	A	EEFAS	Buena productividad de frutos
III-3	R	EEFAS	Buena productividad de frutos. Buen sabor
61	A	INIA Las Brujas	Buena productividad de frutos. Buen sabor
58	A	INIA Las Brujas	Buena productividad de frutos. Buen sabor
32	A	INIA Las Brujas	Buena productividad de frutos. Buen sabor y tamaño de frutos
24	A	INIA Las Brujas	Buena productividad de frutos. Buen sabor

Para cada uno de estos materiales se determina el período de floración, el modo de floración, se identifican visitantes florales y el rol como posibles polinizadores efectivos. Para establecer si las flores de arazá presentan características morfológicas y/o funcionales que favorezcan la alogamia y/o la autogamia, se realiza el seguimiento del desarrollo de la flor a partir de botón floral hasta la senescencia para determinar el tiempo de vida de la flor (período de antesis) y relacionarlo con aspectos morfo-funcionales de la flor que favorezcan uno u otro proceso. Se marcan de botones florales que se monitorean diariamente para evaluar: crecimiento de la flor (altura y diámetro mayor), presentación de los verticilos florales, momento de dehiscencia de las anteras, receptividad estigmática con acetato de alfa naftilo (Pearse 1972) y viabilidad del polen con cloruro de 2,3,5-trifenil tetrazolio (Shivanna & Rangaswamy 1992).

Para determinar el modo de reproducción de las flores de arazá y establecer si existen diferencias en este aspecto entre el arazá rojo y el amarillo se emplean abordajes morfo-funcionales, moleculares, de citogenética clásica y molecular. Una vez caracterizada la fenología intrafloral, se realizarán tratamientos con polinizaciones manuales utilizando diferentes orígenes de polen, emasculaciones y aislamiento de las flores para determinar el efecto del origen del polen y la necesidad de vector de polinización, a través de la evaluación de la producción de frutos, semillas y descendencia.

Para el desarrollo de marcadores moleculares en especies poco estudiadas como arazá una de las estrategias de uso frecuente evalúa la transferibilidad de microsatélites entre especies (Barbará *et al.* 2007). Se basa en la constatación de una efectiva amplificación de secuencias conteniendo motivos microsatélites (marcadores microsatélites o SSR), al utilizar el ADN de la especie en estudio en combinación con las mismas secuencias iniciadoras que permitieron originalmente la amplificación de SSR en otras especies emparentadas. La transferibilidad del SSR depende del grado de conservación de los sitios flanqueantes del microsatélite y de la estabilidad de la secuencia durante la evolución (Varshney *et al.* 2005). Los niveles de transferibilidad son mayores entre aquellas especies más relacionadas. La transferencia entre géneros de diferentes tribus fue relativamente baja: 2.8 % de *Eucalyptus urophylla* a *Eugenia uniflora* o pitanga (Zucchi *et al.* 2002) y 2.4 % de *E. urophylla* a *Acca sellowiana* o guayabo del país (Santos *et al.* 2007), mientras que fue muy alta entre y dentro de géneros de la tribu Myrteae: 75 % de *Myrciaria dubia* (camu-camu) a *E. uniflora* (Rojas *et al.* 2008) y entre 53 a 91 % entre diferentes especies de *Psidium*, incluyendo *P. guajava* o guayabo brasileiro y *P. cattleianum* o arazá (Risterucci *et al.* 2005). En este trabajo se llevará adelante el desarrollo de marcadores codominantes, mediante la evaluación de transferibilidad de SSR (simple sequence repeat) de *Psidium guajava* en *P. cattleianum*, el desarrollo de marcadores SCAR (sequence characterized amplified regions) a partir de amplicones RAPDs (repeat amplified polymorphisms) de *P. cattleianum* y el desarrollo de marcadores CAPS (cleaved amplified polymorphic sequences) a partir de SCAR monomórficos. Una vez establecidos los marcadores codominantes para *P. cattleianum* se realizará el análisis de progenie obtenida en los tratamientos manuales anteriormente mencionados evaluando la frecuencia de individuos portadores de alelos no maternos.

Se analizará comparativamente en los dos tipos de arazá los números cromosómicos somáticos, estudios de cariotipos con tinción de Orceína y con Cromomicina-3 (CMA/DAPI) para analizar regiones heterocromáticas (ricas en GC), y análisis de la distribución de regiones 5S y 45S de ADN. Se realizará el conteo cromosómico y construcción de cariotipos. Para los bandeamientos cromosómicos CMA-3/DAPI se utiliza el fluorocromo cromomicina A3 (CMA) y posteriormente se hace una contratinción del ADN con 4',6-diamidino-2-phenylindole (DAPI). Se seguirá el protocolo de Schweizer y Ambros (1994). Citogenética Molecular: Hibridación “in situ” con fluorescencia (FISH). Se analizará el número de sitios y localización del ADN ribosomal (ADNr) 45S y 5S en ambos tipos de arazá mediante citogenética molecular. Las sondas de ADNr 45S y 5S se marcarán

indirectamente mediante el método enzimático “nick translation”, con digoxigenina-11-dUTP y/o biotina-11-dUTP respectivamente. Los pretratamientos de los preparados, desnaturalización de la sonda y cromosomas, hibridación ADN:ADN, así como las técnicas de detección seguirán los protocolos de Heslop-Harrison *et al.* (1991) con las modificaciones introducidas en Pedrosa *et al.* (2002).

Para el análisis de la meiosis se fijarán los botones florales en solución Carnoy. Durante la observación de la meiosis el análisis de la regularidad en la formación de bivalentes se realizará desde paquiteno, diacinesis hasta metafase I. Para el análisis de la regularidad en la segregación se analizará anafases I, díadas, anafases II, tétradas.

Para establecer si existen diferencias en la ontogenia del fruto y las semillas que determinen la variabilidad en las características productivas de los materiales se analizarán cortes histológicos de frutos y semillas, previamente fijados en diferentes estadios de desarrollo. Se procesará para la técnica clásica de inclusión en parafina.

Con el objetivo de determinar cuáles son las mejores condiciones para optimizar la germinación de los materiales de arazá en estudio se evaluarán pre-tratamientos y condiciones ambientales para optimizar la germinación (Ellis *et al.* 1985). Se evaluará la necesidad de levantamiento de dormancia (Ellis *et al.* 1985).

Para confirmar la distribución de la especie para Uruguay se colecta material de *Psidium cattleianum* dentro del rango de la distribución geográfica citada para la especie, cubriendo las áreas biogeográficas identificadas en el modelo propuesto para la flora leñosa en Uruguay (Grela, 2004). Las colectas se realizan inicialmente en época de floración (octubre-diciembre) y luego se retorna a los mismos lugares de colecta en el período de fructificación (febrero-marzo). Se extraen muestras de herbario y frutos frescos, para registro de variaciones morfológicas y estudios en semillas. Las muestras de herbario se ingresan a la base de datos del Herbario de la Facultad de Agronomía (MVFA) y se depositan allí.

Con el objetivo de confirmar los taxa infraespecíficos entre los materiales de frutos rojos y amarillos se realizará un estudio morfológico de las estructuras vegetativas y reproductivas del material recolectado, haciendo énfasis en aquellos caracteres que presenten variantes asociadas a la coloración del fruto.

Resultados preliminares

Distribución geográfica

Con las colectas realizadas durante 2011 se confirma la distribución de la especie para los departamentos de Cerro Largo, Treinta y Tres y Rocha (Tabla 2). Se destaca la escasa ocurrencia en montes cercanos entre sí y con similares características ecológicas en todos estos departamentos. En varios montes la frecuencia es baja y, en algunos casos, se encuentran asociados a actividades humanas, lo que pone en duda su condición silvestre.

Se trata de una especie poco frecuente en territorio uruguayo, que prefiere montes con suelos húmedos hasta inundados. Las poblaciones más abundantes fueron encontradas en la Cuchilla Dionisio (Treinta y Tres), donde fuera originalmente citada la especie por Legrand.

Tabla 2. Ubicación de las poblaciones de *Psidium cattleianum* para territorio uruguayo

Departamento	Localidad
Cerro Largo	Cuchilla del Yaguarón (Sierra de Ríos)
Cerro Largo	Cuchilla del Yaguarón (Sierra de Ríos)
Cerro Largo	Cuchilla del Yaguarón (Sierra de Ríos)
Treinta y Tres	Arroyo del Oro (Cuchilla de Dionisio)
Treinta y Tres	Gajo del Oro (Cuchilla de Dionisio)
Treinta y Tres	Paso de Cebada (Aº Yermal Chico9
Rocha	Sierra de los Amarales (Castillos)
Rocha	Cerro de los Rocha (Castillos)

Todas las poblaciones registradas en territorio nacional corresponden a materiales de frutos amarillos, lo que confirmaría hasta el momento que el material de frutos rojos se encuentra solamente en condiciones de cultivo.

Fenología de la floración

Se confirmó el desfase entre la floración del norte (Salto) y del sur (Montevideo), constatándose un mes de anticipación en los materiales del norte. Se registraron diferencias en el inicio y duración de la floración de los individuos de la EEFAS (Figs. 3 y 4). La floración de la variedad roja se inició antes que la variedad amarilla. El individuo que inició antes la floración (10% de las flores abiertas) fue IV-1, seguido por IV-7 y IV-3 (Fig. 3).

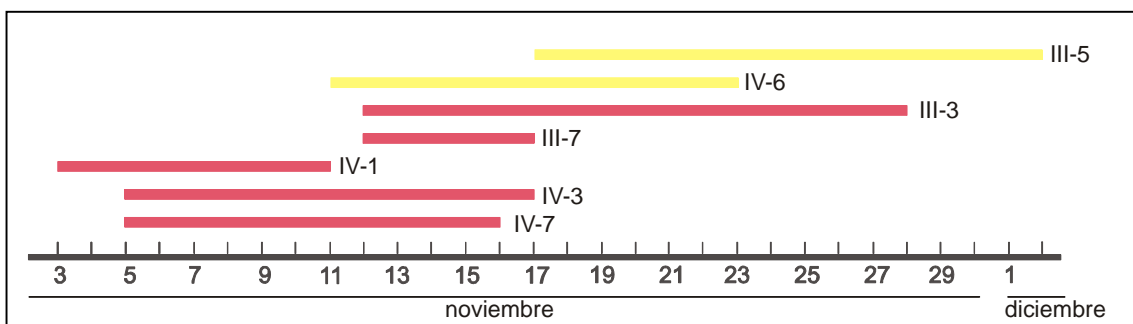


Fig. 3. Período de floración de los siete materiales de *Psidium cattleianum* estudiados en la Estación Experimental Facultad Agronomía Salto durante la primavera 2011.

Los períodos de floración tuvieron una duración entre 5 y 16 días (Fig. 3), siendo el material rojo III-3 el que presentó una floración más prolongada.

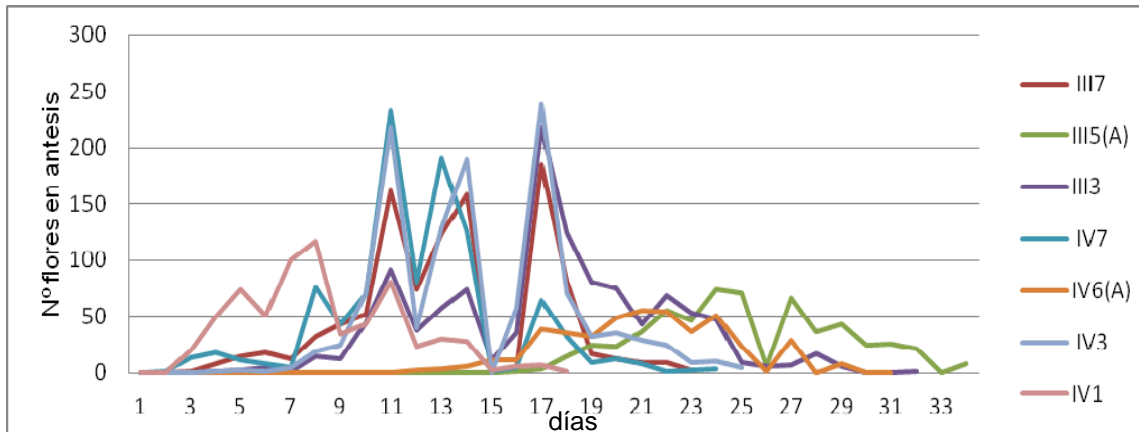


Fig. 4. Floración de los siete materiales de *Psidium cattleianum* estudiados en la Estación Experimental Facultad Agronomía Salto durante la primavera 2011. Materiales de frutos rojos: III 7, III 3, IV 7, IV 3, IV 1; materiales de frutos amarillos: III 5 (A), IV 6 (A)

Fenología intrafloral

Se definieron siete estadios florales en base a características morfológicas externas (relación cáliz/corola en preantesis y posición y turgencia de los verticilos florales en antesis), desde botón floral pequeño hasta senescencia y se determinó la duración para cada uno de los estadios (Fig. 5). El tiempo que la flor permanece en botón floral (E0 y E1) es prolongado y, en algunos casos, es dificultoso delimitar ambos estadios. Los estados 3 y 4 no se presentaron como estadios sucesivos de desarrollo floral en antesis, sino que, o se omitía el E3 o directamente del estadio 3 se pasaba a senescencia. El tiempo de vida de la flor en antesis es de 24 horas, considerando los estadios E3 y E4.

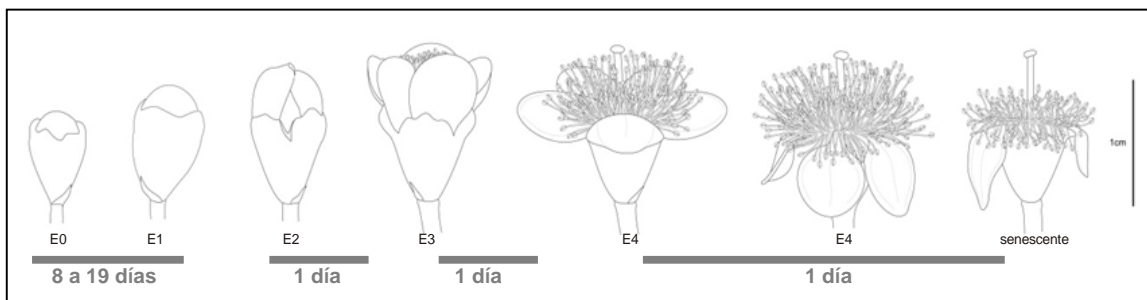


Fig. 5. Estadios florales definidos para *Psidium cattleianum*

Se encontraron diferencias claras en el tamaño y consistencia de las flores entre los materiales de frutos rojos y amarillos. Las flores de los materiales amarillos alcanzan un diámetro de 25 a 35 mm en E4, mientras que las flores de los materiales rojos miden entre 16 a 23 mm. Los materiales amarillos poseen



Fig. 6. Estigmas de *Psidium cattleianum* f. *cattleianum* teñidos con acetato de alfa naftilo para detectar receptividad (III 7, E4)

piezas más robustas, de mayor consistencia y menos caedizas que los materiales rojos (Figs. 1 y 2). Se observan diferencias también a nivel del botón floral (E0 y E1) donde, además del mayor tamaño que presentan los materiales amarillos, el diámetro máximo se encuentra en el ápice en los materiales rojos y en la mitad de la altura en los materiales amarillos. Estas diferencias, además de las posibles consecuencias sobre la biología reproductiva y los visitantes florales para ambos materiales, son una importante fuente de caracteres taxonómicos que contribuirá a dilucidar sobre la categoría taxonómica de los materiales rojos y amarillos.

El período efectivo de polinización es generalmente afectado por la duración del periodo en el cual el estigma permanece receptivo o sea, facilitando la germinación del grano de polen (receptividad estigmática) y por el nivel de viabilidad de los granos de polen. Todos los estadios analizados mostraron receptividad estigmática, por lo que ésta se manifiesta desde etapas muy tempranas del desarrollo floral y a lo largo de la vida de la flor. De esta manera, la receptividad estigmática no sería un factor limitante en la polinización efectiva. Si bien los datos de viabilidad de polen obtenidos en la primavera 2011 están siendo analizados, se puede decir que la misma no fue alta y resultó muy variable entre los materiales rojos y amarillos. Los materiales amarillos presentaron viabilidad en casi todas las flores en anthesis, llegando a alcanzar valores de 42%. En los materiales rojos la viabilidad del polen fue baja a nula en muchas de las flores analizadas, característica que será importante interpretar a la luz de los demás estudios de la biología reproductiva.

Visitantes florales

En la EEFA se registraron visitantes florales correspondientes a 18 taxa en ambos materiales, que se encuentran en proceso de identificación. Algunos de ellos pueden considerarse polinizadores efectivos porque realizan contacto directo con los verticilos fértiles durante su actividad en la flor. Dentro de ellos se encuentra la abeja melífera, abejorro y otros himenópteros, algunos dípteros y coleópteros. El recurso buscado es fundamentalmente polen. El néctar producido no fue medible con los materiales disponibles, ya que sólo se detecta por una superficie brillante en la cara interna del hipantio de la flor. Siete de los visitantes florales son comunes al arazá amarillo y al arazá rojo. Por el mayor tamaño y mayor consistencia de las flores del material amarillo, es visitado por algunos insectos de mayor envergadura que sólo se registran en los individuos de este color, como el coleóptero que se muestra en la Figura 7.



Fig. 7. Coleóptero que visita las flores de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* (Fam. Scarabaeidae, Subfam. Cetoniinae)

En las observaciones en INIA Las Brujas se registraron visitantes en común con la zona norte, excepto un díptero que sólo se registró en la zona sur, pero que por el tipo de actividad en la flor no sería un polinizador efectivo.

Estudios citogenéticos

En relación a los estudios cromosómicos, ambas formas de la especie presentan un número total de 88 cromosomas, por lo que podríamos estar ante un caso de octopoliploidía. Se ha avanzado además en la cuantificación de bandas y cromosomas portadores de regiones ricas en GC y detectados por la tinción con los fluorocromos CMA/DAPI. En este aspecto en la forma amarilla se encuentran sistemáticamente ocho cromosomas con una banda pericentromérica cada uno, mientras que en las primeras observaciones en el tipo rojo también se detectan ocho cromosomas bandeados. Se continuará con estos estudios que tienen por objetivo la caracterización citogenética de la especie, la determinación de semejanzas y diferencias entre ambas formas de arazá y la identificación de los diferentes pares cromosómicos, de modo de lograr en proyectos futuros vinculación entre mapeo génico y de marcadores moleculares y cromosomas.

Es interesante señalar que la evaluación del contenido de ADN nuclear en un número pequeño de plantas de frutos rojos y amarillos mostró diferencias en el tamaño del genoma (materiales amarillos 4.2 pg versus materiales rojos 3.7 pg). La confirmación del número cromosómico y del contenido del ADN nuclear en un mayor número de individuos permitirá esclarecer el grado de diferenciación de los genomas entre los materiales amarillos y rojos aportando nuevos elementos al estudio de la citotaxonomía de la especie.

Estudios moleculares

En nuestro trabajo hemos evaluado un total de 36 iniciadores SSR previamente desarrollados en otras especies de Mirtáceas de frutos carnosos (tribu Myrteae) que incluyen 15 secuencias de *P. guajava* (Lepitre *et al.* 2010), 13 de *A. sellowiana* (Santos *et al.* 2008) y ocho de *M. dubia* (Rojas *et al.* 2008) utilizando ADN genómico de una planta de arazá de frutos rojos y de otra planta de frutos amarillos.

De los 36 SSR evaluados, 23 (63.9%) fueron exitosamente transferidos a *P. cattleianum*, indicando un alta eficiencia de transferibilidad. Como era esperable debido a su mayor cercanía filogenética, los iniciadores de *P. guajava* presentaron el mayor porcentaje de SSR amplificables en *P. cattleianum* (73,3%, 11 SSR transferidos de un total de 15). De los 13 SSR de *A. sellowiana*, siete amplificaron en *P. cattleianum* (53.8 %). Por último, cinco de los ocho SSR de *M. dubia* (65.2%) generaron bandas en los dos genotipos de arazá analizados. Estos nuevos marcadores SSR disponibles en arazá constituyen herramientas valiosas para el análisis del sistema reproductivo de la especie, la caracterización de la diversidad presente en las poblaciones silvestres y la caracterización de la estructura del genoma.

Bibliografía

- BARBARA T., C. PALMA-SILVA & G. M. PAGGI. 2007. Cross-species transfer of nuclear microsatellite markers: potential and limitations. *Molecular Ecology* 16: 3759–3767
- BRUSSA, C. & I. GRELA. 2007. Flora arbórea del Uruguay, con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. COFUSA. Uruguay. 544 pp
- COSTA I. R. & E. R. FORNI-MARTINS. 2006a. Chromosome studies in Brazilian species of *Campomanesia* Ruiz et Pavon and *Psidium* L. (Myrtaceae Juss.). *Caryologia* 59: 7-13
- COSTA I. R. & E. R. FORNI-MARTINS. 2006b. Chromosome studies in species of *Eugenia*, *Myrciaria* and *Plinia* (Myrtaceae) from south-eastern Brazil. *Australian Journal of Botany* 54: 409–415
- COSTA I. R. & E. R. FORNI-MARTINS. 2007. Karyotype analysis in South American species of Myrtaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 155: 571–580
- DEGENER, O. 1939. Flora Hawaïensis: the new illustrated flora of the Hawaiian islands, fam. 273. *Psidium cattleianum*. Publ. privately. Honolulu
- ELLIS, R. H., T. D. HONG & E. H. ROBERTS. 1985. Handbook of Seed Technology for Genebanks. Handbooks for Genebanks. Nº 3. Vol. II. Compendium of specific Germination information and Test recomendations. IBPGR. Roma, Italia. 667 pp
- FRANZON, R. C. 2004. Fructíferas Nativas do Sul do Brasil. II Simposio Nacional do Morango e 1º Encontro de pequenas frutas y frutas nativas do Mercosul. Pelotas, Brasil
- FRANZON, R. C., E. RODRIGUES-CORREA & M. DO CARMO. 2004. Potencialidades de producto de Mirtaceas Frutíferas Nativas do Sul do Brasil. II Simposio Nacional de Morango e 1º Encontro de pequenas frutas y frutas nativas do Mercosul. Pelotas, Brasil
- GRELA, I. 2004. Geografía florística de las especies arbóreas de Uruguay: propuesta para la delimitación de dendrofloras. Tesis Maestría en Ciencias Biológicas, opción Botánica. PEDECIBA. Universidad de la República. 103 pp
- HESLOP-HARRISON, J. T. SCHWARZACHER, K. ANAMTHAWAT-JONSSON, A. R. SHI & I. J. LEITCH. 1991. “In situ” hybridization with automated chromosome denaturation. *Technique* 3: 109-115
- HIRANO, R. T. & H. Y. NAKASONE. 1969. Pollen germination and compatibility studies of some *Psidium* species. *Journal American Society Horticultural Science* 94 (3): 287-280

LEGRAND, D. 1936. Las Mirtáceas de Uruguay. Anales del Museo de Historia natural de Montevideo. 2ª Serie. IV, Nº 11. 71 pp

LEGRAND, D. 1968. Las Mirtáceas del Uruguay, III. Boletín Facultad Agronomía, Nº 101. 80 pp

LEPITRE V., G. NANSOT, R. GRANGEON, V. POMIES, R. RIVALLAN, A. M. RISTERUCCI, J. VALDES-INFANTE, N. N. RODRIGUEZ-MEDINA, J. MUTH, J. BOIKE, D. PRUFER, D. BECKER, W. ROHDER, E. RITTER & N. BILLOTE. 2010. The microsatellite (SSR)/AFLP reference linkage map of guava. Acta Hort. (ISHS) 849:183-192

LUGHANDHA, E. N. & C. PROENÇA. 1996. A Survey of the Reproductive Biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). Annals Missouri Botanical Garden 83: 480-503

MANSHARDT, R. & K. M. ARADHYA. 1990. Genetic uniformity in strawberry guava (*Psidium cattleianum*). Abstracts of Contributed Papers, 23rd International Horticulture Conference. Florence, Italy. In: ELLSHOFF, Z. E., D. E. GARDNER, C. WIKLE & C. W. SMITH. 1995. Annotated bibliography of the genus *Psidium* with emphasis on *P. cattleianum* (strawberry guava) and *P. guajava* (common guava), forest weeds in Hawaii. Cooperative National Park resources studies Unit, University of Hawaii at Manoa, Dept. of Botany, Technical Report 95

MORTON, J. 1987. Cattley guava. In: J. MORTON. Fruits of warm climates. Miami, USA. : 363-364

PEARSE, A. G. E. 1972. Histochemistry theoretical and applied. 2nd ed. Churchill Livingstone, Edinburg, UK

RISTERUCCI A. M., M. F. DUVAL, W. ROHDE & N. BILLOTTE. 2005. Isolation and characterization of microsatellite loci from *Psidium guajava* L. Molecular Ecology Notes 5: 745-748

ROJAS S., D. RODRIGUES, M. LIM & S. ASTOLFI FILHO. 2008. Desenvolvimento e mapeamento de microssatélites gênicos (EST-SSRs) de camu-camu (*Myrciaria dubia* [H.B.K.] McVaugh). Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 9: 14-21

SANTOS K. L., L. J. WELTER, A. C. MESQUITA DANTAS, M. P. GUERRA, J. & DUCROQUET, R. O. NODARI. 2007. Transference of microsatellite markers from *Eucalyptus* spp to *Acca sellowiana* and the successful use of this technique in genetic characterization. Genetics and Molecular Biology 30: 73-79

- SANTOS K. L., M. O. SANTOS, P. R. LABORDA, A. P. SOUZA, N. PERONI & R. O. NODARI. 2008. Isolation and characterization of microsatellite markers in *Acca sellowiana* (Berg) Burret. *Molecular Ecology Resources* 8: 998–1000
- PEDROSA, A., N. SANDAL, J. STOUGAARD, D. SCHWEIZER & A. BACHMAIR. 2002. Chromosomal Map of the Model Legume *Lotus japonicus*. *Genetics* 161: 1661-1672
- SCHWEIZER, D. & P. F. AMBROS. 1994. Chromosome banding. In: J. R. GOSDEN. *Methods in molecular biology*. Vol. 29. *Chromosome analysis protocols*. Humana Press, Totowa, USA. :97-113
- SETH J. N. 1963. Morphological and cross-incompatibility studies in some species of *Psidium*. *Agra University Journal of Research*. In: ELLSHOFF, Z. E., D. E. GARDNER, C. WIKLE & C. W. SMITH. 1995. Annotated bibliography of the genus *Psidium* with emphasis on *P. cattleianum* (strawberry guava) and *P. guajava* (common guava), forest weeds in Hawaii. Cooperative National Park resources studies Unit, University of Hawaii at Manoa, Dept. of Botany, Technical Report 95. 12: 193-197
- SHIVANNA, K. R. & N. S. RANGASWAMY. 1992. *Pollen Biology. A Laboratory Manual*. Springer-Verlag. 82 pp
- SMITH. 1995. Annotated bibliography of the genus *Psidium* with emphasis on *P. cattleianum* (strawberry guava) and *P. guajava* (common guava), forest weeds in Hawaii. Cooperative National Park resources studies Unit, University of Hawaii at Manoa, Dept. of Botany, Technical Report 95. 12: 193-197
- SOBRA, M. 2003. A familia Myrtaceae no Rio Grande do Sul. São Leopoldo, Unisinos. 215 pp
- VARSHNEY R. K., A. GRANER, M. E. SORRELLS. 2005. Genic microsatellite markers in plants: features and applications. *Trends in Biotechnology* 23: 48-55
- VIGNALE, B. & L. BISIO. 2005. Selección de frutales nativos en Uruguay. *Agrociencia* 9 (1-2): 35-39
- ZUCCHI M. I., R. V. BRONDANI, J. B. PINHEIRO, C. BRONDANI & R. VENCOVSKY. 2002. Transferability of microsatellite markers from *Eucalyptus* spp to *Eugenia dysenterica* (Myrtaceae family). *Molecular Ecology Notes* 2: 512-514

FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN EN FRUTAS NATIVAS EN LA REGIÓN SUR DE BRASIL

Dra. María Do Carmo Bassols Rasseira, EMBRAPA, Clima Templado - Pelotas, Brasil

La investigación en frutales nativos de la región Sur de Brasil, empezó en los años 80, y se ha continuado con básicamente dos objetivos fundamentales: la conservación de la biodiversidad y la introducción de nuevas especies en el sistema de producción de los fruticultores de la región.

En una primera observación parecería que los objetivos son opuestos. La historia muestra que con el pasar del tiempo, los programas de mejora genética transformarían especies nativas, silvestres, en opciones rentables a los agricultores y posibilitan también que ellas fueran cultivadas en otras áreas del globo distintas de su origen. Pero en este proceso de mejoramiento, fue muchas veces perdida la variabilidad que existía en su hábitat. Hoy, los conocimientos disponibles hacen posible que una nueva especie sea introducida en cultivo, de forma consciente, pero con el cuidado de que *in situ* ó mismo en un banco de germoplasma, sea mantenida la variabilidad genética y fenotípica de la misma.

Hay en la naturaleza una gama muy amplia de colores de frutas, de sabores, de tipos de planta, de resistencia ó susceptibilidad a patógenos y a factores ambientales, y la riqueza de un país depende – entre otros puntos- de mantenerla. Este es el caso de nuestras especies nativas como *Psidium cattleianum*, *Eugenia uniflora*, *E. pyriformis*, *Butia*, etc. Este es un punto importante en el presente y que seguro lo será también en las investigaciones futuras.

Por otro lado, cuando uno piensa en comercializar las frutas frescas ó en forma industrializada, como jugos, jaleas, helados, etc. hay que tener un padrón. Y para tener uniformidad del producto y al mismo tiempo, agradar al consumidor y traer beneficios económicos al productor, hay que seleccionar y propagar los mejores clones de la especie de interés. Esta es otra línea que deberá crecer en importancia en un futuro cercano. Pero no alcanza con tener una buena selección y propagarla, es indispensable que se conozca el modo de manejarla, como podarla, fertilizarla y estas son otras áreas de investigación que deberán ser tratadas con prioridad.

La generación de hoy, ya tiene una preocupación con la salud, mucho mayor que algunos años atrás. Y esto nos lleva a otra línea importante que es el conocimiento de las propiedades funcionales de las especies nativas. Además, conociendo que algunas de estas frutas (caso de la *E. involucreta*) tienen compuestos volátiles que actúan como feromonas ó en otros casos, que tienen olor agradable a las personas, se pueden así obtener otras líneas de investigación.

Es importante acordar que las especies nativas tienen adaptación a nuestros climas y suelos y que quizás en el futuro podrán ofrecer genes a ser introducidos en especies cultivadas.

En resumen, hay todo un mundo a descubrir sobre estas especies en el futuro y por lo que se percibe este futuro, será muy promisorio.

SELECCIÓN DE FRUTAS NATIVAS. AVANCES.

Vignale B.¹, Cabrera L.², Nebel J. P.⁴, Lombardo P.¹, Rodriguez P.², Zoppolo R.², Pereira C.³

¹. Facultad de Agronomía, UdelaR, Estación Experimental Salto

². INIA Las Brujas. Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola.

³. INIA Salto Grande. Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola.

⁴. MGAP, Dirección Forestal.

Antecedentes. Desde hace algunos años, las frutas llamadas “menores”, han tenido un auge importante, tanto en el consumo como en su plantación, a nivel internacional y nacional. Varias son las razones que lo podrían explicar, la demanda del mercado de contar con una oferta diferente de frutas, la búsqueda de sabores y aromas distintos, el valor nutricional y nutracéutico de muchas de estas frutas, entre otras. Las frutas nativas se encuentran comprendidas en esta categoría (Thorp and Bieleski, 2002; Do Carmo, 2010). A nivel nacional, los antiguos pobladores las conocían, consumían y utilizaban, como alimento o como medicinas. Numerosos árboles viejos, algunos centenarios se encuentran aún en las estancias, quintas, parques, jardines y plazas en todo el país (Lombardo, 1984). Actualmente, se han comenzado a plantar, utilizar y comercializar varias especies de frutas nativas que representan nuevas alternativas para los productores, empresas y pobladores de diferentes regiones del país, como guayabo del país, pitanga y arazá.

En el año 2000, la Facultad de Agronomía, el INIA y el MGAP en conjunto, comenzaron un programa de selección de frutas nativas con posible potencial comercial, uniéndose luego la Facultad de Química, otras Instituciones y actores sociales y pobladores en general. Diversos avances se han obtenido en las distintas áreas estudiadas, que incluyen caracterización, evaluación y propagación, estudios sobre diversidad genética, taxonomía y genómica, conservación y utilización sustentable de las poblaciones silvestres, entre otros (Pritsch, 2008; Puppo et al., 2009; Cabrera et al., 2010; Lombardo et al., 2010; Vignale et al., 2010; Vázquez et al., 2011). Los resultados de la caracterización de los compuestos químicos revelaron un alto contenido de fenoles y antioxidantes de estas frutas (Feippe et al., 2011), un alto valor nutricional (Martínez et al., 2010) y la presencia de compuestos aromáticos que permitirían una buena industrialización (Martínez et al., 2009).

Materiales vegetales y Metodología. El programa de selección de frutas nativas se basa en la prospección y colecta de materiales interesantes desde el punto de vista frutícola a nivel nacional. Los materiales seleccionados se instalan en Jardines de Introducción (Estación Experimental Salto, Facultad de Agronomía, UdelaR y Estación Experimental “Wilson Ferreira Aldunate” INIA Las Brujas), dónde se caracterizan y evalúan. Paralelamente, se instalan también en predios de productores, módulos de caracterización. A partir de las observaciones realizadas, en el 2008 se comenzó un programa de hibridaciones dirigidas, en las especies pitanga, guayabo, arazá y cereza.

En el cuadro Nº 1 se muestra la lista de los materiales vegetales introducidos en los Jardines. La primera plantación se realizó en el año 2000.

Cuadro Nº 1: Materiales vegetales introducidos en los Jardines.

Nombre	Nombre científico	Familia	Nº de selecciones
Guayabo del país	<i>Acca sellowiana</i> (Berg) Burret	Mirtácea	98
Arazá rojo	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Mirtácea	9
Arazá amarillo	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine var. <i>lucidum</i>	Mirtácea	4
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Mirtácea	19
Guaviyú	<i>Myrcianthes pungens</i> (Berg.) Legr.	Mirtácea	11
Cereza del monte	<i>Eugenia involucrata</i> L.	Mirtácea	9
Ubajay	<i>Hexachlamis edulis</i> (Berg.) Legr.	Mirtácea	6
Baporetí	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	Mirtácea	3
Quebracho flojo	<i>Acanthosyris spinescens</i> L.	Santalácea	2
Aguái	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Sapotácea	1
	<i>Pouteria gardneriana</i>		1

Resultados. Varios resultados destacados se han obtenido recientemente. Por un lado, se introdujo al programa una nueva especie de la familia Mirtácea, *Plinia rivularis*, de nombre común baporetí. Árbol de porte medio, que habita en el Norte del país. La fruta es pequeña, roja, haciendo recordar al guaviyú. Por otro lado, se muestreó, por primera vez, una población de guayabo del país con pulpa rosada. Con respecto a los avances en la selección de los diferentes materiales, se han podido seleccionar varios guayabos y pitangas. A continuación se detallan algunos resultados por especie.

Guayabo del país. Unos 400 materiales se encuentran en estudio en los Jardines de Introducción y en casa de productores, colectados en diferentes regiones del país. Se han podido identificar varios materiales que producen fruta rica, grande, de buena producción y calidad de fruta, con fechas de cosecha que se extienden desde principios de marzo a fines de mayo. Paralelamente, se realizaron en el año 2008, 22 hibridaciones dirigidas, con el objetivo de tener fruta grande y de calidad. Los híbridos fueron plantados en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto y en los INIA Las Brujas y Salto Grande.

Aproximadamente unos 1600 híbridos se encuentran en evaluación. Algunos cruzamientos ya presentaron fruta promisoría.

Sumando a la diversidad natural encontrada en esta especie, se describió en el año 2011, una población sub espontánea dónde hay muchos ejemplares que presentan coloraciones rosadas en la pulpa. Más de 250 árboles componen esta población, que en parte ha sido talada y conviven actualmente plantas viejas, rebrotes y renuevos. La coloración interna no es uniforme y presenta distintos grados de intensidad. Se halló también una fruta variegada, indicando una posible inestabilidad genética de esos materiales. Es la primera vez que se reporta esta característica para esta especie, por lo que constituye un aporte invaluable al conocimiento y desarrollo de este frutal, así como al acervo de los recursos fitogenéticos de Uruguay. En el presente, dicha población se encuentra en estudio.

Pitanga. Es posible encontrar gran diversidad de pitangas en todo el país. Es la especie más conocida y utilizada por los pobladores de las diferentes regiones. La selección de materiales cultivables es compleja, debido a la gran influencia que ejercen las condiciones ambientales en el comportamiento de las pitangas. De las 19 selecciones que están en evaluación, 4 de ellas han mostrado los mejores resultados. Dos de estos materiales tienen fruta de color rojo y dos de color negro. Todas las frutas son costilladas y presentan el sabor característico de las pitangas, aunque en diferentes grados, de sabores fuertes a suaves. Florecen en el mes de setiembre, abundantemente y se cosechan en noviembre. Algunas selecciones presentan una segunda floración en verano, dando una cosecha en marzo-abril. Es de destacar la gran presencia de abejas en floración. Las cosechas son concentradas. En los cuadros N° 2 y 3, se resumen algunas características.

Cuadro N° 2. Características de la producción de selecciones de pitanga.

Selección	Producción Noviembre	Producción marzo-abril
X-7	Media a alta	Media a alta
VIII-2	Alta	Media a baja
VIII-7	Alta	Media a baja
XI-6	Alta	No produce

Cuadro Nº 3. Características de las frutas de pitanga.

Selección	Peso g/fr.	Color	Pulpa %	º Brix	Observaciones
X-7	3-5	Rojo claro	86.4	10-13	Brillante
VIII-2	2-4	Rojo oscuro	71.3	11-15	
VIII-7	2-3	Negro	68.8	11-16	
XI-6	2-3	Negro	77.3	12-15	Sabrosa

Como se observa en los cuadros, existen importantes variaciones en características entre los diferentes materiales y ellas a su vez son altamente dependientes del efecto año.

La selección X-7, se destaca por su tamaño de fruta, la uniformidad de las frutas cosechadas y el % de pulpa. Presenta también tonalidades rojizas en el follaje durante los meses de invierno, muy atractivas.

Paralelamente al trabajo de selección, se realizaron hibridaciones dirigidas con el objetivo principal de obtener fruta grande, con semillas más chicas y sabor agradable. Los 18 híbridos obtenidos se encuentran en el campo y aún no han producido fruta.

Arazá. Los resultados obtenidos en arazá indican ciertas particularidades de la especie que vienen siendo profundizadas, tanto en aspectos genómicos, fenológicos y reproductivos como también en la propagación y manejo de la especie. Se encuentran en evaluación algunas selecciones, tanto de fruta roja como amarilla, siendo el sabor y el aroma muy agradables. Algunas de ellas se industrializan muy bien, siendo la jalea y la pasta que se obtiene de muy buena calidad. En cuanto a las hibridaciones dirigidas fueron poco exitosas, aunque se obtuvieron algunos cruzamientos interesantes que se hallan en el campo. Los parentales elegidos fueron arazá rojo, amarillo y guayabo brasilero. La escasa variabilidad con la que se cuenta definió la utilización de genitores tan distintos, por ejemplo *Psidium guajaba* como padre, buscando ampliar las posibilidades de obtener materiales para seleccionar.

Cereza del monte. En los dos últimos años, se han podido coleccionar varios orígenes de cereza en el Norte del país, tanto en parques, jardines como en áreas silvestres. Se encuentran en la fase de caracterización, presentan gran diversidad tanto en tipo de planta, hoja y fruta. Las frutas difieren en sabor (sin sabor - rico), peso (3 – 8 g/fr.), color (rojo – violáceo), forma (redonda – alargada), número de semillas (1 – 3.7), º Brix (5 – 16), % pulpa (75 – 89). La piel es retirada con gran facilidad, quedando la pulpa sin daños.

Guaviyú. Es una fruta nativa poco conocida, sin embargo es una de las que tiene mayor aceptación tanto entre los niños como en los mayores por su sabor dulzón, suave y la

consistencia de la pulpa. Varias selecciones están siendo estudiadas en el programa. Es muy apreciada por los pájaros y otros animales, como ciervos y jabalíes, lo que dificulta la colecta en zonas silvestres. Las plantas presentan algunas particularidades en el manejo del vivero, el trasplante y tardan unos años en comenzar a fructificar, lo que enlentece los estudios. Muestran diferencias en tipos de hoja, crecimiento, producción y susceptibilidad a enfermedades. No es frecuente encontrar plantas jóvenes y varios de los montes silvestres se encuentran en zonas agrícolas con el riesgo de erosión genética que eso implica. Sería importante poder avanzar en el conocimiento de la diversidad con qué contamos.

Ubajay, Baporetí, Aguái y Quebracho Flojo. Se ha podido identificar una gran diversidad de materiales. Los estudios se encuentran en una fase inicial.

Consideraciones finales. Se podrá contar en los próximos meses con materiales seleccionados para algunas especies. La continuación de los trabajos favorecerá el desarrollo de los frutales nativos, permitiendo su conservación y utilización en forma sustentable.

Agradecimientos. Se agradece la colaboración a todo el personal de las instituciones involucradas en el programa “frutas nativas” y especialmente a todas las personas, productores o no, que en forma voluntaria permiten que este programa se lleve adelante, sin cuya colaboración no hubiera sido posible la presentación de estos resultados.

BIBLIOGRAFÍA.

- Cabrera D., Rodríguez P., Vignale B., Mara V. 2010. Avances en la propagación por enraizamiento de estacas semi-leñosas de Guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). 5º Encuentro Nacional sobre Frutas Nativas. Salto. Ed. INIA, Serie de Actividad de Difusión N° 602.
- Do Carmo Bassols M. 2010. Frutas nativas. 5º Encuentro Nacional sobre Frutas Nativas. Salto. Ed. INIA, Serie de Actividad de Difusión N° 602.
- Feippe A., Ibáñez F., Calistro P., Zoppolo R. y Vignale B. 2011. Uruguayan native fruits provide antioxidant phytonutrients and potential health benefits. *Acta Horticulturae (ISHS)* 918:443-447.
- Lombardo, A. 1984. Flora arbórea y arborescente del Uruguay. 2º ed. Montevideo. Consejo Municipal. 151 p.
- Lombardo P., Vignale B., Cabrera D., Rodriguez P. 2010. Fenología reproductiva y autocompatibilidad en Guayabo del país, *Acca sellowiana* Berg Burret. 5º Encuentro Nacional sobre Frutas Nativas. Salto. Ed. INIA, Serie de Actividad de Difusión N° 602.
- Martínez N., Vignale B., Montes F., Dellacassa E. 2009. Ripeness and sensory evaluation of Uruguayan native fruits through GC-MS analysis of free and glycosidically bound volatile compounds. V Simposio Brasileiro de Oleos Esenciais. R.J. Brasil
- Martínez N., Vignale B., Montes F., Dellacassa E. 2010. Caracterización de frutos nativos del Uruguay según su valor nutricional. 5º Encuentro Nacional sobre Frutas Nativas. Salto. Ed. INIA, Serie de Actividad de Difusión N° 602.
- Pritsch C., Quezada M., Vignale B., Franco J. 2008. Estudio de la diversidad genética de una colección de *Acca sellowiana* Berg Burret con alto potencial agronómico mediante el uso de marcadores moleculares RAPD. En: IV Simposio Nacional do Morango III Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul. Pelotas, EMBRAPA Clima Temperado.- Brasil.
- Puppo M., Franco J., Rivas M. 2009 Prospección y caracterización de poblaciones silvestres de *Acca sellowiana* en Uruguay. Anais do I Workshop Sul Americano sobre *Acca sellowiana*. San Joaquin. Brasil.
- Thorp, G. and Bieleski, R. 2002. Feijoas: Origins, Cultivation and Uses. Ed. D. Bateman, Ltd., Auckland, New Zealand. 87 p.
- Vignale, B., Cabrera, D., Nebel, J.P., Lombardo P. 2010. Selección de frutas nativas. Seminario Biodiversidad. PPR. MGAP. Piriápolis. 17-20.

- Vázquez S., Gaiero P., Da Cruz I., Speroni G., Vignale B., Quezada M., Pritsch C., Mazzella C. 2011. Estudios genómicos de guayabo del país y arazá (Myrtaceae), especies frutales de interés para su domesticación en Uruguay. 2ª Jornadas Nacionales de Genética del Uruguay. Facultad de Ciencias.

CARACTERIZACIÓN DE UNA POBLACIÓN DE GUAYABO DEL PAÍS (*Acca sellowiana* Berg. Burret) DE PULPA ROSADA.

CRUZ C., Gerardo; ESCANDA F., Cecilia; MACHADO J., Gonzalo; RAMEAU C., Diego.

Facultad de Agronomía - Regional Norte. UdelaR

ANTECEDENTES

La especie *Acca sellowiana* (Berg) Burret es un pequeño árbol o arbusto originario del norte de Uruguay y sur de Brasil, con potencial frutícola, medicinal y ornamental, conocido en Uruguay como Guayabo del país y en Brasil como Goiabeira-serrana. Las frutas son aptas para el consumo en fresco, y además de su distintivo sabor y aroma, presentan características nutricionales de interés, ostentando cantidades de vitamina C comparables a la naranja y también altos tenores de Iodo. Esta fruta se utiliza para la elaboración de dulces, mermeladas, jaleas y licores.

La explotación comercial del guayabo en la región de origen no se ha desarrollado aún, manteniéndose su cultivo a pequeña escala desde hace más de un siglo o solamente para consumo a nivel familiar (Vignale y Bisio, 2005). Material genético de la especie proveniente de Uruguay fue llevado a Francia a principios del siglo XX, desde donde fue diseminado a Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda (entre otros países), en los cuales se ha creado una próspera industria apoyada únicamente en una estrecha base genética (André 1898, Popenoe 1912, Nodari et al.1997, Ducroquet et al.2000), citado por Puppo, 2008. Actualmente la fruta es conocida internacionalmente como feijoa o pineapple guava.

El conocimiento y estimación de la diversidad genética de la especie es crucial para posibilitar su utilización y conservación, siendo la materia prima de los programas de mejoramiento genético y de los planes para la conservación de la especie, tanto in-situ como ex-situ (von Bothmer y Seberg 1995, Maxted et al.1997, Newbury y Ford-Lloyd 1997), citado por Puppo, 2008. En este aspecto son muy pocas las especies silvestres que cuentan con emprendimientos para el desarrollo de listas de descriptores, y menos aún trabajos de caracterización y evaluación a nivel nacional y regional (Abadie y Berretta 2001), citado por Puppo, 2008.

En el año 2000, la Facultad de Agronomía, INIA y MGAP en conjunto, comenzaron un programa de selección de frutas nativas con posible potencial comercial, uniéndose luego la Facultad de Química, otras Instituciones, actores sociales y pobladores en general (Vignale y Bisio, 2005; Vignale et al., 2010; Cabrera y Vignale, 2010). A pesar de los diversos avances que se han obtenido en estos años, las preguntas iniciales de este programa siguen hoy vigentes; ¿cuáles son?, ¿dónde están?, ¿qué características tienen las frutas nativas? y ¿con qué diversidad contamos?.

Recientemente fueron hallados en la zona de Maldonado (en un espacio público) una población silvestre sub-espontánea de guayabos que presentan la particularidad de tener la pulpa color rosada, característica desconocida hasta el momento para esta especie (comunicación personal Vignale, 2011). Teniendo en cuenta este último aspecto mencionado, es de importancia destacar que todos los trabajos anteriores tanto a nivel nacional como mundial se han realizado con poblaciones de pulpa blanca, por lo que nunca se ha caracterizado ni evaluado una población o individuos que como característica posean pulpa de color rosado. Es de suma importancia llevar a cabo una primera caracterización y contar con una descripción botánica de la población como un recurso fitogenético, por su posible importancia comercial, además de su implementación como material de mejoramiento y protección y conservación del recurso. La potencial importancia comercial se relaciona en gran medida con el creciente interés a nivel mundial de introducir alimentos beneficiosos para la salud en la dieta, por la relación de los pigmentos con sustancias antioxidantes (Feippe et al., 2011).

En el país ha surgido en los últimos tiempos una demanda por especies nativas para su producción, por lo cual la caracterización de esta población sería primordial.

METODOLOGÍA

En el marco de un proyecto PAIE-CSIC, se está llevando a cabo la investigación que tiene como objetivo principal caracterizar la población anteriormente mencionadas se realizó una colecta en marzo, una en abril y la última se realizará en mayo. Los análisis consisten en realizar un descriptor para fruta, describiendo características tales como color, forma, sabor, tamaño de fruto, espesor de cáscara, color de pulpa, contenido de azúcares que permitan comparar los guayabos de pulpa rosada con los de pulpa blanca; establecer una escala de diferentes tonos de color de pulpa; verificar la homogeneidad o heterogeneidad de coloración de pulpa dentro del mismo fruto, así como en frutos pertenecientes a una misma planta; categorizar individuos en base a parámetros de calidad de frutos con fines comerciales y verificar si existe relación entre las temperaturas del aire y el grado de color de la pulpa.

RESULTADOS

Hasta el momento los análisis procesados indican que de un total de 252 plantas muestreadas, 202 presentan coloración rosada con diferentes grados de intensidad, 39 presentaban coloración blanca y 11 plantas no presentaban frutos. Al momento de la primera visita (19 de marzo 2012) se pudieron colectar únicamente los frutos de las 6 plantas que se encontraban maduras, de las cuales 2 podrían resultar de interés comercial.

Cabe destacar que en el lugar se encontraban plantas en diferentes estados de desarrollo, desde pequeñas a algunas de importante porte. Aquellas en las cuales se pudo corroborar coloración rosada en fruto, a simple vista no difieren de las que presentan coloración blanca.

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares obtenidos permitirán no solo conservar un recurso fitogenético único, si no también obtener un nuevo material con gran potencial a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

CABRERA, D.; VIGNALE, B. 2010. Experiencia en la prospección, selección, propagación y manejo del guayabo del país (*Acca sellowiana* Berg Burret). V Simpósio do Morango. IV Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosur. 107-113.

FEIPPE, A; IBÁÑEZ, F; CALISTRO, P; ZOPPOLO, R., VIGNALE B. 2011. Uruguayan native fruits provide antioxidant phytonutrients and potencial health benefits. Acta Horticulturae (ISHS). 918: 443-447.

PUPPO MACKINNON, M. 2008. Prospección y Caracterización de poblaciones silvestres de *Acca sellowiana* (Berg) Burret. (Guayabo del país). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 127p.

VIGNALE, B.; BISIO, L. 2005. Selección de frutales nativas del Uruguay. Agrociencia 9: 35-39.

VIGNALE, B.; CABRERA, D.; NEBEL, J.P.; LOMBARDO, P. 2010. Selección de frutas nativas. Seminario Biodiversidad. PPR. MGAP. Piriápolis, Uruguay. 17-20

AVANCES EN LA SELECCIÓN DE GUAYABO DEL PAÍS.

Cabrera D.², Vignale B.¹, Nebel J. P.⁴, Lombardo P.¹, Rodriguez P.², Zoppolo R.², Pereira C.³.

¹. Facultad de Agronomía, UdelaR, Estación Experimental Salto

². INIA Las Brujas. Programa de Producción frutícola.

³. INIA Salto Grande. Programa de Producción frutícola.

⁴. MGAP, Dirección General Forestal.

Antecedentes. En los últimos doce años, la Facultad de Agronomía, el INIA y el MGAP en conjunto, vienen llevando adelante un programa de selección de frutas nativas con posible potencial comercial. Otras Instituciones, actores sociales y pobladores en general se han unido a esta actividad aportando una buena parte del conocimiento que permitiera enriquecer y avanzar en este programa. Dentro de las especies nativas en estudio, el Guayabo del País (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) es en la que se han hecho los mayores avances en las áreas de caracterización, evaluación, mejoramiento, propagación y también estudios sobre diversidad genética, taxonomía y genómica, conservación y utilización sustentable de las poblaciones silvestres, entre otros (Pritsch et al. 2008; Puppo et al., 2009; Cabrera et al., 2010; Lombardo et al., 2010; Vignale et al., 2010).

Materiales vegetales y Metodología. El programa de selección de frutas nativas se basa en la prospección y colecta de materiales interesantes desde el punto de vista frutícola a nivel nacional. Los materiales seleccionados de Guayabo del País se prospectaron de zonas silvestres como: Quebrada del arroyo Laureles (Tacuarembó), Cañitas (Cerro Largo); Quebrada de los Cuervos (Treinta y Tres), zonas subespontáneas: Riachuelo (Colonia), San Carlos (Maldonado), montes comerciales (San José, Canelones, Montevideo, Salto) o de parques y jardines (Florida, Montevideo, Salto, Canelones, Maldonado, Colonia, Río Negro).

Los materiales seleccionados en estas zonas, hasta el momento son 98, y fueron propagados en general a partir de semilla y algunos por estaca, los que se instalaron en Jardines de Introducción (Estación Experimental Salto, Facultad de Agronomía, UdelaR y Estación Experimental “Wilson Ferreira Aldunate” INIA Las Brujas), dónde se caracterizan y evalúan. Paralelamente, se han instalado módulos de caracterización en predios de productores: Juanicó y San Ramón (Canelones) y Artilleros (Colonia).

De estos materiales introducidos más de 400 plantas están en estudio en los diferentes sitios mencionados.

También se han entregado materiales para módulos de observación a pequeños productores, escuelas y otras instituciones, que se suman al proyecto, evaluando el material y haciendo un levantamiento de datos de los mismos. Estos se encuentran en las zonas de Montevideo Rural (Melilla, Colón, Instrucciones), Colonia, Colonia Valdense, Suarez, Las Flores, Los Cerrillos, Libertad, Pan de Azúcar, San Antonio (Salto), Young y Pueblo Porvenir (Paysandú).

En los módulos o parcelas colaboradoras instaladas en predios de productores ya se comienza a obtener información de los materiales allí instalados.

Parcelas Colaboradoras:

Módulo ‘Juanicó’ – Plantación 2007 - 2009. Predio Sr. Ricardo Masculiate. Ubicación: Juanicó, Canelones. Orígenes de los materiales: Colonia Gestido-Salto, Cerro Chato-Florida, Rio Negro, Tacuarembó, Melilla, Pando, Progreso, Laguna del Sauce, Parque Lussich.

Módulo ‘Araucaria’ – Plantación 2009 – 2011. Predio Ing. Agr. Domingo Luizzi. Ubicación: Artilleros Colonia. Orígenes de los materiales: Rio Negro, Tacuarembó, híbrido SAH1, Melilla, Florida, Pando, Progreso, Laguna del Sauce, Parque Lussich, clon *In Vitro* LB e híbridos 2010.

Módulo ‘Guanabí’ – Plantación 2010 – Predio Sra. Lucía de Castro. Ubicación: San Ramón. Orígenes de los materiales: Cerro Chato-Florida, Tacuarembó, Parque Lussich, Cuatro Piedras, clon *In Vitro* LB.

A partir de las observaciones realizadas en los jardines de introducción, en el 2008 se comenzó un programa de hibridaciones dirigidas, en el cual se realizaron 22 cruzamientos utilizando aquellos individuos con características superiores en cuanto a sabor, tamaño de fruto, calidad de cáscara, productividad, tamaño de las semillas y % de pulpa.

Los híbridos resultantes de los cruzamientos realizados fueron plantados en el invierno del 2010 en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto y en INIA Las Brujas y en el invierno del 2011 en INIA Salto Grande y en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía. Aproximadamente unos 1900 híbridos se encuentran en evaluación y algunos de estos cruzamientos ya presentaron fruta promisoría.

Resultados:

En esta especie es posible encontrar gran variabilidad en diversas características, como fechas de floración y cosecha, forma y tamaño de fruto, calidad de cáscara, forma de hoja, hábito de las plantas, vigor, así como también en la capacidad de propagación vegetativa de las mismas.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas ya se ha podido individualizar materiales superiores los que se han establecido como preselecciones.

En la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto, se seleccionaron 3 materiales que se diferencian por sus fechas de cosecha y por la calidad de sus frutos:

RN3 cl. – Origen Isla del naranjo - Río Negro

Planta de vigor medio, hábito globoso. Fruto medio, de forma oval. Piel lisa. Buen sabor, dulce.

Año 2010. Inicio: 22/2 - Plena cosecha 8/3 – Fin de cosecha 30/3

Año 2011. Inicio: 23/2 - Plena cosecha 15/3 - Fin de cosecha 8/4

Año 2012. Inicio 24/2 - Plena cosecha 10/3 - Fin de cosecha 5/4

JP – Origen Cerro Chato – Florida

Planta de vigor medio, hábito semi erecto. Fruto medio, de forma oblonga. Piel algo rugosa. Buen sabor, equilibrado.

Año 2010. Inicio: 31/3 - Plena cosecha 8/4 - Fin 22/4

Año 2011. Inicio: 13/4 - Plena cosecha 22/4 - Fin 5/5

Ca 246 – Origen Colonia Gestido – Salto

Planta grande, hábito erecto. Fruto medio, de forma oval. Piel algo rugosa. Buen sabor.

Año 2010. Inicio 15/4 - Plena cosecha 29/4 - Fin 11/5

Año 2011. Inicio 25/4 - Plena cosecha 6/5 - Fin 15/5

En el jardín de introducción instalado en la Estación Experimental ‘Wilson Ferreira Aldunate’ de INIA Las Brujas, se seleccionaron 2 materiales que se diferencian por su fecha de cosecha y tipo de fruta:

RN5 Origen Isla del naranjo - Río Negro

Planta de vigor medio, hábito semierecto a globoso. Floración abundante. Plena flor 2010: 24/11; Plena flor 2011: 14/11. Fruto medio (60 gr) de forma oval. Piel lisa. Buen sabor, equilibrado, agradable.

Año 2011. Inicio: 29/3 - Plena cosecha 11/4 - Fin 25/4

Año 2012. Inicio: 05/3 - Plena cosecha 21/3 - Fin 28/3

Híbrido 85-04 Tacuarembó x JP Cerro Chato – Florida

Planta de vigor medio, hábito semierecto. Floración medianamente abundante. Plena flor 2010: 19/11; Plena flor 2011: 14/11. Fruto grande (90 gr) de forma elongada. Piel ligeramente rugosa. Buen sabor, equilibrado, agradable.

Año 2011. Inicio 06/4 - Plena cosecha 11/4 - Fin 28/4

Año 2012. Inicio 26/3 - Plena cosecha 30/3 - Fin 13/4

En los híbridos instalados en las dos últimas temporadas, también se hicieron algunas observaciones generales en cuanto al hábito de crecimiento de las plantas, su producción y la calidad de fruta.

Ejemplos de híbridos evaluados en Facultad de Agronomía – Salto (plantación 2010):

H4 - Tbó Esc. 85-04 IV 12 (Tacuarembó) x RN 4 VIII-20 (Río Negro). Hábito erecto, buen desarrollo de las plantas. Fruta oval, lisa, rica. Período de cosecha: abril

H5 - Tbó Esc. 85-04 VIII-3 cl (Tacuarembó) x pl 1 Briano (Melilla). De 180 plantas, mostraron frutas 21 plantas. Hábito erecto, fruta oblonga, grande, verde, pulpa algo seca, rica, algunas frutas presentan costillas poco marcadas, dulce, 15 ° Brix de promedio, entre 12.8 y 17.4 ° Brix. Período de cosecha: 30/3 a 16/4.

Ejemplos de híbridos evaluados en INIA Las Brujas (plantación 2010):

H14 – DF VII-10 (Tacuarembó) x pl1 DP (Cuatro Piedras-Canelones) Hábito semierecto, buen desarrollo de planta. Buen color de pulpa, buen sabor. Fruto grande, cáscara algo rugosa. Muy precoz.

H21- LL 3 VII-16 (Florida) x TF 1 IV-15 (Tacuarembó) Planta vigorosa de hábito abierto. Fruto: medio a grande, de forma oblonga, cáscara ligeramente rugosa. Buen sabor, equilibrado, agradable.

H22- LL 3 VII-16 (Florida) x Ca 246 XII-12 (Colonia Gestido – Salto) Planta vigorosa, de hábito abierto, Fruto grande, alargado. Cáscara ligeramente rugosa. Buen sabor.

Ejemplos de híbridos evaluados en INIA Salto Grande (plantación 2011):

H2 - LL 3 VIII-14 (Florida) x TF 1 IV-15 (Laureles): Hábito semi-abierto. Ramas largas, quebradizas. Frutos redondeados, buen color interno, sabor suave al paladar y rico, cáscara relativamente gruesa, fruto oval, verde claro, liso.

H3 – LL 3 VIII-16 (Florida) x Ca 261 XII-15 (Colonia Gestido – Salto): Hábito muy abierto (pendular) que dificulta manejo de la planta. Poca productividad, frutos chicos.

H4 – Tbó 85-04 IV-12 (Tacuarembó) x RN 4 VIII-20 (Rio Negro): Hábito erecto, productivo, frutos grandes, forma oval, lisos, verde brillante. Comienzo de cosecha: fin de marzo.

H6 – Tbó 85-04 VIII-3 cl (Tacuarembó) x pl1 DP (Cuatro Piedras-Canelones) Hábito erecto, buen color de pulpa, gusto algo más acidulado al paladar que la H2, muy rica. Cáscara algo más gruesa que la H2. Fruto oval, verde claro, cáscara semi rugoso. Muy precoz. Brix 13.5% a 17%.

Cabe resaltar la necesidad de polinización cruzada que han presentado la mayoría de los materiales de Guayabo del País para obtener una buena producción y una buena calidad de fruto (Mara, V. 2012). Es por tal motivo que al momento de instalar una producción comercial sustentable, se debe considerar la incorporación de más de una ‘variedad’ de esta especie. Los pájaros son citados como los responsables del traslado de polen de una planta a otra, cuando visitan las mismas en busca de los carnosos y dulces pétalos de las flores. Por otro lado, se ha citado (Santos et al, 2010) la visita a las flores de Guayabo del País de otros agentes polinizadores como abejas y abejorros, que también serían responsables de parte de la polinización cruzada en esta especie.

Se pudo observar en todas las condiciones de evaluación, la gran respuesta de la especie al riego y la nutrición, característica que se expresa en un alto vigor y un significativo aumento en el calibre de los frutos.

El Guayabo del País de acuerdo al período entre floración y cosecha se clasifica como frutal de ciclo largo. A pesar de ello, el requerimiento hídrico que posee es alto, incrementándose en los 20 días finales de la maduración del fruto.

Consideraciones finales. Se continúa con las actividades de prospección, selección e introducción de materiales a los jardines de introducción de Facultad de Agronomía e INIA. Se instalarán parcelas colaboradoras en predios de productores interesados en nuevas zonas del país.

Se podrá contar en los próximos meses con algunos materiales seleccionados de Guayabo del País. Para ello, será necesario seguir trabajando en la propagación de los materiales seleccionados, para lograr incrementar en forma significativa la disponibilidad de los mismos. En esta etapa se considera fundamental la participación y el compromiso de los viveros que se interesen en la propagación comercial de las selecciones de estas especies.

Agradecimientos:

Se agradece a todas aquellas personas que de una u otra forman colaboran con el proyecto ‘Frutos Nativos’. Un agradecimiento especial al personal de las instituciones y a los productores y sus familias que colaboran con la instalación y el mantenimiento de los parcelas de campo y con las evaluaciones de los materiales.

Bibliografía.

- Cabrera D., Rodríguez P., Vignale B., Mara V. 2010. Avances en la propagación por enraizamiento de estacas semi-leñosas de Guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). 5º Encuentro Nacional sobre Frutas Nativas. Salto. Ed. INIA, Serie de Actividad de Difusión Nº 602.
- Mara, V. 2012. Aportes al conocimiento de la biología floral y reproductiva y caracterización del Guayabo del País (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). Tesis Facultad de Agronomía, UdelaR, Montevideo.
- Lombardo P., Vignale B., Cabrera D., Rodriguez P. 2010. Fenología reproductiva y autocompatibilidad en Guayabo del país, *Acca sellowiana* Berg Burret. 5º Encuentro Nacional sobre Frutas Nativas. Salto. Ed. INIA, Serie de Actividad de Difusión Nº 602.
- Pritsch C., Quezada M., Vignale B., Franco J. 2008. Estudio de la diversidad genética de una colección de *Acca sellowiana* Berg Burret con alto potencial agronómico mediante el uso de marcadores moleculares RAPD. En: IV Simposio Nacional do Morango III Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul. Pelotas, EMBRAPA Clima Temperado.- Brasil.

- Puppo M., Franco J., Rivas M. 2009 Prospección y caracterización de poblaciones silvestres de *Acca sellowiana* en Uruguay. Anais do I Workshop Sul Americano sobre *Acca sellowiana*. San Joaquin. Brasil.
- Santos, E.; Vera, M.; Mendoza, Y.; Días Ceti, S.; Cabrera, D. y Vignale, B. 2010. Polinizadores de *Acca sellowiana* (Berg) Burret – Guayabo del País. 5º Encuentro Nacional sobre Frutas Nativas. Salto. Ed. INIA, Serie de Actividad de Difusión N° 602.
- Vignale, B., Cabrera, D., Nebel, J.P., Lombardo P. 2010. Selección de frutas nativas. Seminario Biodiversidad. PPR. MGAP. Piriápolis. 17-20.

APORTES NUTRICIONALES Y SU IMPORTANCIA PARA LA SALUD, DE LOS FRUTOS NATIVOS DEL URUGUAY

Feippe. A; Ibáñez. F; Fredes. A; Zoppolo. R; Cabrera. D; Vignale. B

Introducción

El interés por los frutos nativos se ha incrementado recientemente en Uruguay debido a su aroma y sabor particular, apariencia y propiedades nutricionales. Ello ha conducido a estudios de domesticación a través de creación de variedades con el objetivo de llegar a cultivarlos comercialmente. La principales especies involucradas corresponden a la familia Myrtaceae: “Guayabo del País” (*Acca selowiana* (Berg.) Burret); “Pitanga” (*Eugenia uniflora* L.); “Arazá” (*Psidium cattleianum* Wis) y “Guaviyú” (*Myrcianthes pungens* (Berg) Legr.

El consumo de frutas ha sido asociado con la prevención de enfermedades degenerativas, debido a la presencia de ciertos compuestos. Mucho de ellos tienen propiedades funcionales tales como la fibra soluble e insoluble, fitoesteroles, ácidos grasos mono y poli insaturados, fenoles, vitaminas y otros fitoquímicos con evidencias científicas de efectos benéficos sobre los sistemas gastrointestinal, cardiovascular e inmune del ser humano. (Rodríguez, S et al., 2003). Se ha reportado que en regiones donde existe un alto consumo de guayabo la incidencia de cáncer es significativamente menor (Abe et al., 2000; Nakashima, 2001; Bresciani et al., 2007). Los polifenoles incluyendo compuestos como ácidos fenólicos, antocianinas, flavonoides, son encontrados naturalmente en las frutas. A su vez existe una alta correlación entre el nivel de éstos compuestos y la actividad antioxidante, cuyo rol es sumamente importante en los procesos oxidativos del metabolismo humano (Rodarte Castrejón et al., 2008). Las antocianinas y carotenoides son los principales colorantes naturales utilizados por la industria (IFIC & FDA, 2004). El interés por las antocianinas se ha incrementado por el desarrollo de la industria de alimentos funcionales y nutraceuticos en base a los estudios que evidencian sus beneficios al reducir los riesgos de afecciones cardíacas (Zhang et al., 2004).

Metodología

Para la obtención de los resultados a exponer se utilizaron frutos de guayabo, pitanga, arazá y guaviyú, provenientes de la colección existente en la Estación Experimental “San Antonio”, perteneciente a la Facultad de Agronomía (UDELAR). Las muestras de éstos frutos fueron cosechadas en diferentes estados de desarrollo, congeladas con nitrógeno líquido y almacenadas inmediatamente a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis en el laboratorio de Fisiología de Cosecha y Poscosecha de INIA Las Brujas. El contenido de fenoles totales fue determinado por el método Folin–Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965) y los resultados expresados como equivalente de ácido gálico por 100 gr de peso fresco (GAE). La actividad

antioxidante (AA) fue evaluada por la reducción del radical 2,2-difenil-1-picrylhidrazil (DPPH) y expresada como porcentaje de inhibición. El contenido de antocianina total (AT) fue determinado por el método espectrofotométrico de pH diferencial y los resultados expresados en mg/100 g de peso fresco de fruta (Giusti, M. M.; Wrolstad, R. E).

Resultados

La influencia del genotipo, considerado como un factor precosecha, mostró una variación de los niveles de fenoles totales y actividad antioxidante en las diferentes selecciones de “Guayabo del País” (Tabla 1).

La selección II-2 de Guaviyú presentó diferencias no significativas en fenoles totales y actividad antioxidante entre frutas más y menos maduros. No obstante, la madurez afectó el contenido de pigmentos antocianínicos observándose diferencias entre los más y menos maduros (Tabla 2). En tanto en la selección II-5, los niveles de fenoles totales, actividad antioxidante y contenido de antocianinas fueron significativamente afectados por el estado de madurez del fruto (Tabla 3).

En Pitanga, el color de piel de las diferentes selecciones tuvo un impacto importante sobre los niveles de los diferentes compuestos fitoquímicos de las selecciones VIII-2, VIII-3 y VIII-5. Los resultados mostraron que la fruta de color de piel morado – negro presentó niveles altos de fenoles, actividad antioxidante y antocianinas que aquellos de piel roja. En las selecciones de pitanga de color de piel naranja, los valores fueron significativamente menores comparados con los anteriores (Tabla 4).

Todas las especies estudiadas mostraron diferencias entre ellas en relación a los compuestos analizados (Tablas 5 y 6). El amplio rango de valores obtenidos probablemente es debido a los diferentes factores que interactúan, tales como el genotipo, clima, manejo de la planta y/o cultivo, estados de desarrollo del fruto.

Consideraciones finales

Los denominados frutos nativos pueden ser una fuente importante de compuestos antioxidantes y nutraceuticos, comparables o superiores a otros frutos que actualmente son promovidos como ricos en esas sustancias. En adición a ello, especies adaptadas a nuestras condiciones de clima y suelo, pueden ofrecer un potencial productivo o industrial, conservando a su vez nuestros recursos naturales. Este trabajo no solamente provee herramientas para una mejor selección genética, sino que describe a nuestros frutos nativos o exóticos como una buena fuente de sustancias fitoquímicas bioactivas. En éste contexto es importante considerarlos como alimentos o ingredientes en la

promoción de una buena dieta alimenticia y potencialmente utilizables en la preservación de la salud.

Tabla 1. Contenido promedio, durante el período 2007 – 2010, de fenoles totales y actividad antioxidante de selecciones de “Guayabo del País” (*Acca selowiana*)

Selección	Fenoles totales (mg GAE/100g)	Actividad Antioxidante (% de reducción DPPH)
XII-10 Ca 70	389 c	48 c
LL3 VII-16	429 b	54 b
Ca 75 XII-5	309 d	35 d
RN 5 IX-20	236 e	35 d
Esc 85-04	640 a	80 a
Ca 75 XII-6	396 c	55 b
Ca 75 XII-4	398 c	52 bc
RN 3 VIII-16	178 f	21 f
Ca 127 XII-13	392 c	52 bc
JP IX-17	246 e	27 e
LL3 VIII-14	379 b	56 b

Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas de acuerdo al test LSD , $p < 0.05$

Tabla 2. Selección II – 2 de Guaviyú (*Myrcianthes pungens*). Variación de Fenoles Totales (mg GAE/100 g de peso fresco), Actividad Antioxidante (% reducción de DPPH) y Antocianinas (mg /100 g de peso fresco) en dos estados de madurez

Estado de madurez	Fenoles totales (mg GAE/100g)	Actividad Antioxidante (% de reducción DPPH)	Antocianinas (mg/100 g peso fresco)
Maduro	193 a	25 a	155 a
Menos maduro	191 a	24 a	74 b

Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas de acuerdo al test LSD , $p < 0.05$

Tabla 3. Selección II – 5 de Guaviyú (*Myrcianthes pungens*). Variación de Fenoles Totales (mg GAE/100 g de peso fresco), Actividad Antioxidante (% reducción de DPPH) y Antocianinas (mg /100 g de peso fresco) en dos estados de madurez.

Estado de madurez	Fenoles totales (mg GAE/100g)	Actividad Antioxidante (% de reducción DPPH)	Antocianinas (mg/100 g peso fresco)
Maduro	252 a	31 a	80 a
Menos maduro	188 b	24 b	72 b

Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas de acuerdo al test LSD , p <0.05

Tabla 4. Variación de Fenoles Totales (mg GAE/100 g de peso fresco), Actividad Antioxidante (% reducción de DPPH) y Antocianinas (mg /100 g de peso fresco) en selecciones de Pitanga (*Eugenia uniflora*) en relación al color de piel

Color de piel	Fenoles totales (mg GAE/100g)	Actividad Antioxidante (% de reducción DPPH)	Antocianinas (mg/100 g peso fresco)
VIII – 3 (Negro)	542 a	31a	119 a
VIII – 5 (Rojo)	320 b	26 b	76 b
VIII – 2 (Naranja)	205 c	22 c	18 c

Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas de acuerdo al test LSD , p <0.05

Tabla 5. Máximos y mínimos valores de Fenoles Totales (mg GAE/100 g de peso fresco), Actividad Antioxidante (% reducción de DPPH) obtenidos en todos los materiales genéticos analizados en el período 2007-2009 para “Guayabo del País” (*Acca selowiana* (Berg.) Burret); “Pitanga” (*Eugenia uniflora* L.); “Arazá” (*Psidium cattleianum* Wis) y Guaviyú (*Myrcianthes pungens* (Berg) Legr.

Frutos nativos	Fenoles totales (mg GAE/100g)		Actividad Antioxidante (% de reducción DPPH)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Guayabo del país	648 a	129 b	82 a	24 b
Pitanga	575 a	252 b	34 a	14 b
Arazá	643 a	132 b	68 a	33 b
Guaviyú	349 a	158 b	75 a	19 b

Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas de acuerdo al test LSD , p <0.05

Tabla 6. Máximos y mínimos valores de Antocianinas en el total de material genético analizado durante el período 2007- 2009 de “Pitanga” (*Eugenia uniflora* L.); “Arazá” (*Psidium cattleianum* Wis) y “Guaviyú” (*Myrcianthes pungens* (Berg) Legr

Frutos nativos	Antocianinas (mg/100 g peso fresco)	
	Máximo	Mínimo
Pitanga	110 a	83 b
Arazá	17 a	12 b
Guaviyú	132 a	51 b

Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas de acuerdo al test LSD , $p < 0.05$

Bibliografía

- Abe, I., Seki, T., Umehara, K., Miyase, T., Noguchi, H., Sakakibara, J., Ono, T. 2000. Green tea polyphenols: Novel and potent inhibitors of squalene epoxidase. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 268:767–771.
- Bresciani, F., de Lera, R., Altucci, L., Molinari, A.M. 2007. *Feijoa sellowiana* derived natural Flavone exerts anti-cancer action displaying HDAC inhibitory activities. *Int. J. Biochem. Cell. Biol.* 39:1902–1914.
- Food ingredients and colors. International Food Information Council (IFIC) and Foundation US Food and Drug Administration (FDA). Washington, DC: IFIC Foundation, 2004
- Giusti, M. M.; Wrolstad, R. E. Unit F1.2.1-13. Anthocyanins. Characterization and Measurement with UV–Visible Spectroscopy. In *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*; Wrolstad, R. E., Ed.; John Wiley & Sons: New York, 2001.
- Nakashima, H. 2001. Biological activity of Feijoa peel extracts. *Kagoshima University Research Center for the Pacific Islands, Occasional Papers* 34:169–175.
- Rodarte Castrejón , A.D., Eichholz, I. , Rohn, S., Kroh, L.W., Huyskens-Keil, S. 2008. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. *Food Chem.* 109: 564-572
- Rodríguez, M.B, Monereo Megías, S., Molina Baena, B. 2003. Alimentos Funcionales y nutrición optima. ¿Cerca o lejos? *Rev. Esp. Salud Pública* 77: 317- 331
- Singleton, V. L.; Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144–158.
- Zhang, Z., Kou, X., Fugal, K., & McLaughlin, J. 2004. Comparison of HPLC methods for determination of anthocyanins and anthocyanidins in bilberry extracts. *Journal of Agricultural and Food Chem.* 52: 688–691.

EXPERIENCIAS DE DESARROLLO A TRAVÉS DE LA VALORIZACIÓN DE FRUTOS NATIVOS

Expositora: Ing. Alim. Mariana Irisity

El Butiá es un fruto nativo que hasta ahora ha sido producido por nuestras tierras sin requerir esfuerzo humano, ni inversión alguna. Esta riqueza natural que se encuentra en peligro de extinción; junto con el interés de más de 20 microemprendimientos de la zona, conformaron el punto de partida del proyecto Aprovechamiento Agroalimentario del Fruto de la Palmera Butiá (*Butia capitata*) – FPTA 178, cuyo objetivo general es promover el desarrollo local sostenible en la zona Este del Uruguay a través de la innovación y mejora de los productos vinculados al fruto del Butiá. El proyecto focalizó los esfuerzos en el fortalecimiento de los elaboradores de la zona para contribuir al desarrollo de la cadena productiva del fruto. Se analizaron e identificaron los siguientes componentes o eslabones de la cadena: cosecha sustentable del fruto, poscosecha y procesamiento, comercialización y marketing.

El fruto proviene de los palmares de Rocha, considerado un ecosistema único en el mundo en peligro de extinción (Rivas y Barilani, 2004). Se concibe que su aprovechamiento racional, potenciará y valorizará a ésta zona. El proyecto propone un plan de manejo extractivo del fruto atendiendo la relevancia de su origen.

En el marco del proyecto se diseñó la secuencia de etapas y condiciones operativas para el procesamiento del fruto. Así cómo también se diseñaron y construyeron equipos específicos para el aprovechamiento de componentes del fruto hasta ahora no explotados comercialmente. A partir del fruto fresco se obtuvieron subproductos de gran valor nutricional: pulpa tamizada, fibra y almendras, que pueden ser componente base para la elaboración de una gran gama de alimentos: helado, salsa para postres y helados, mermelada, dulce de corte, salsa agridulce, relleno de bombones, galletitas y almendras garrapiñadas. También se estudió el perfil de aromas y sabores del fruto fresco y el aporte nutricional de su consumo.

El proyecto se nutrió de especialistas en marketing territorial, canales de comercialización y planes de negocio que propusieron estrategias para la comercialización de los alimentos elaborados en base a butiá.

El conocimiento técnico generado fue democratizado a través de talleres teórico-prácticos con actores de la zona, cartillas técnicas impresas en papel y de libre acceso en la web. Para la difusión de las actividades y resultados del proyecto se utilizaron diversos medios de comunicación, tanto locales como nacionales.

Las múltiples actividades organizadas en la zona han conformando una plataforma interinstitucional que incluye a la Intendencia de Rocha, ONGs locales, el LATU, las

Facultades de Agronomía y Química de la UDELAR, el INIA, y el grupo de elaboradores locales como actores clave para la sostenibilidad de la cadena productiva del butiá.

FRUTOS NATIVOS: ALGUNAS EXPERIENCIAS SOBRE SU EXPLOTACION COMERCIAL

Ing. Agr. Carlos Croce
Grupo de Viveristas de Especies Indígenas del Uruguay

- 1- ESPECIES. PITANGA, ARAZA, GUAYABA, GUABIYÚ, UBAJAY.
- 2- COSECHA. Un aspecto importante es que método utilizaremos para la post cosecha, ya que por tratarse de frutos pequeños, su deterioro es rápido. Hay que tener en cuenta que no todos se adaptan a cualquier sistema.
 - a. **Guayaba.** Lo más apropiado es cosechar y transportar fresco o refrigerado (5 a 8°C).
 - b. **Pitanga.** El transporte de fruta fresca es delicado y no soporta muchas horas, Lo mejor es congelar lo antes posible la fruta entera (-18° a -20°C), o si se va a procesar la pulpa inmediatamente se podría refrigerar (7-10°C), por pocas horas (no más de 48 hs), y luego congelar la pulpa. Ello implica o bien tener instalaciones apropiadas para tamizar la pulpa y congelar, o tener ya acordado con la agroindustria su procesamiento inmediato. El sistema elegido, determinará si la cosecha la hacemos con frutos maduros o pintones. La pulpa congelada o frutos enteros se pueden conservar por hasta 6 meses sin dificultad.
 - c. **Arazá.** El fruto de arazá es bastante rústico, aunque no tanto como la guayaba, se puede transportar fresco, enfriar a 5-8°C, y/o congelar entero. Desde el punto de vista industrial, se puede tamizar y procesar, ya sea que el fruto previamente se congeló entero o se almaceno refrigerado. En condiciones de almacenamiento refrigerado, una semana se almacena en buenas condiciones, y controlando bien temperatura y humedad 15 días. La pulpa tamizada y congelada se puede almacenar varios meses a -18° a -20°C. Conviene que el fruto este de pintón a maduro, ya que con fruto ya maduro, si no se procesará inmediatamente, se pasa rápido colapsando la pulpa.
 - d. **Guabiyú.** En general, seguir las mismas recomendaciones que para las pitangas, aunque tiene piel más resistente, pero la pulpa colapsa rápido, y su aprovechamiento es básicamente la pulpa limpia de piel y semilla.
 - e. **Ubajay.** El ubajay debe cosecharse siempre pintón, ya que al madurar, el fruto colapsa muy rápido tomando un aroma muy fuerte (depende mucho

de los materiales). Es fácil de descarozar, se aprovecha pulpa y piel, y si se congela rápido a -18° a -20°C , se puede luego conservar por muchos meses.

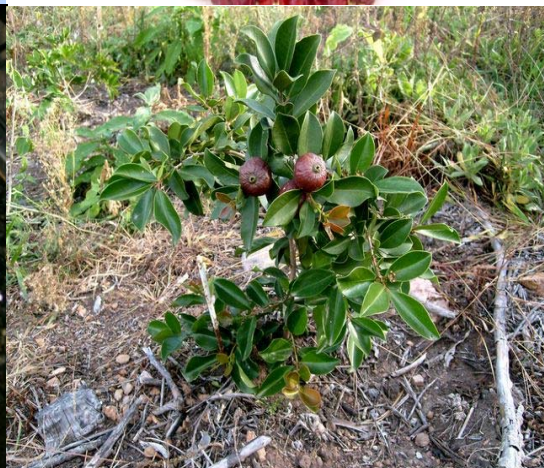
- 3- USOS. Nuestro vivero tiene una pequeña área demostrativa, y además de ensayar diferentes métodos de conducción, desde hace 3 años estamos ensayando su manejo post-cosecha y envío de muestras a agroindustrias vinculadas a la elaboración de dulces y de la industria láctea. En el caso de la agroindustria de dulces, es posible manejar el suministro de fruta fresca, enfriada o congelada. En el caso de la industria láctea o bebidas, es necesario suministrar la materia prima ya elaborada, por lo que debe necesariamente tener un proceso industrial previo para obtener la pulpa, pasta, mermelada o jugo requerido para su aprovechamiento. Ello implica disponer de instalaciones habilitadas para dicho propósito.



a. Especies y resultados obtenidos en industria de dulces:

- i. Guayabo. Se envió muestra de frutos frescos. El resultado fue aceptable, habiendo ya repetido la experiencia.
- ii. Ubajay: Se envió una muestra congelada de pulpa descarozada, y el resultado no fue muy satisfactorio ya que la fruta se cosechó madura, se transportó fresca, lo que determinó que ya estaba sobre-madura al congelar la pulpa.
- iii. Pitanga y guabiyú. Recién el presente año se logró el envío de una muestra apropiada de frutos congelados. Se aguarda los resultados.
- iv. Arazá. Se han trabajado muestras de frutos enteros frescos y congelados. Los resultados han sido muy satisfactorios con los

- productos elaborados. Se entiende que esta línea de trabajo con la agroindustria contactada se ampliará con el tiempo.
- v. Tarumán, maracuyá, no se obtuvieron resultados satisfactorios por lo que no se repitió la experiencia,
- b. **Especies y resultados obtenidos en agroindustria láctea.** Por disponibilidad de fruta en nuestra plantación, recién a partir del presente año se ha podido encarar esta línea de trabajo. Productos remitidos.
- i. **Pulpa de ubajay.** Se entregó pulpa de ubajay a 43º Brix. El sabor de la pulpa fue dulce, los frutos se cosecharon apropiadamente, o sea pintones. La pulpa se elaboró 3 meses luego de su cosecha.
 - ii. **Pulpa de pitanga.** Se entregó pulpa a 42º Brix, resaltándose textura, color y sabor. Los frutos se manejaron congelados luego de su cosecha. La pulpa se elaboró 3 meses luego de su cosecha.
 - iii. **Pulpa de arazá rojo y amarillo.** Se entregó pulpa a 42º Brix, de pulpa elaborada a partir de frutos frescos.
 - iv. **Pulpa de Guabiyú.** No pudo incorporarse al ensayo, ya que la pulpa no fue bien descarozada perdiéndose buena parte del mucilago, quedando un producto de 40º Brix, pero muy basto, sin ligar.
- 4- PRODUCTOS Y MERCADOS. Nuestro mercado consumidor ha sido relativamente receptivo a los productos de elaboración artesanal. Con variaciones entre especies se observan elaboraciones de muy buena calidad en materia de licores, jaleas, mermeladas, frutos en almíbar, dulces de corte y otros. Sin embargo, nuestro principal interés ha sido el poder armar una metodología de trabajo tendiente a la producción en escala, y llegar a mercados de uso más masivo. Por ello hemos efectuado el mayor énfasis en dos sectores: la industria láctea y bebida.
- a. Pitanga: apta para industria de yogures, helados, jugos, licuados de pulpa.
 - b. Arazá: helados, jugos, pulpa licuada.
 - c. Ubajay: lácteos como yogurt, helados.



INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino al Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@le.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sg@sg.inia.org.uy
iniatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy