

ESTUDIOS DE FERTILIDAD DE POLEN EN ACCESIONES DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L.)

POLLEN FERTILITY STUDIES IN ACCESSIONS
OF CAPE GOOSEBERRY (*Physalis peruviana* L.)

Nancy Yohana Grisales Vásquez¹

Ofelia Trillos González²

José Miguel Cotes Torres²

Luz Fanny Orozco Orozco³

Fecha de recepción: 15 de marzo de 2010

Fecha de aceptación: 26 de mayo de 2010

1 Estudiante Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

2 Departamento de Ciencias Agronómicas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, e-mail: otrillos@unal.edu.co, jmcotes@bt.unal.edu.co

3 Estudiante Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, e-mail: lforozco@bt.unal.edu.co

RESUMEN

En esta investigación se caracterizó la fertilidad del polen de 46 accesiones de uchuva, con el fin de tomar decisiones para el desarrollo de un programa de mejoramiento mediante la realización de cruzamientos dirigidos. Este estudio se realizó en el Centro de Investigación La Selva (CORPOICA), en el municipio de Rionegro (Antioquia, Colombia). Para la estandarización de la solución germinativa fueron evaluadas dos fuentes de carbono: sacarosa y glucosa, en tres dosis diferentes: 1,0; 1,5 y 2,0 g/L. Para la de germinación de polen de uchuva, los resultados sugieren que es apropiado utilizar una solución con sacarosa en cualquiera de las concentraciones evaluadas, con adición de ácido bórico a una concentración de 1.0 ppm y un dispersante (Twin 80). Los valores de germinación estuvieron entre 3,70 y 53,06 %. El 17,39% de las accesiones no presentaron germinación del polen. Para las pruebas de viabilidad se usó tinción mediante una solución de acetocarmin al 2%; los valores de viabilidad fluctuaron entre 54,12 y 98,82 %. Mediante las pruebas de fertilidad de polen realizadas se pudo establecer que algunas accesiones (39, 55, 65 y 83); presentan problemas tanto en la viabilidad como en la germinación del polen por lo que su uso en programas de fitomejoramiento se verá limitado a su uso como genotipo madre.

Palabras clave: *Physalis peruviana* L., viabilidad de polen, germinación de polen, frutales andinos, ochuva, caracterización de germoplasma.

ABSTRACT

In this research the pollen viability of 46 accession of Cape gooseberry was evaluated, in

order to develop the plant breeding program. This research was making at Research Center La Selva (CORPOICA) located in Rionegro (Antioquia, Colombia). In order to determine the appropriate germinative solution, two carbon sources: sucrose and glucose, and three dose: 1,0; 1,5 y 2,0 g/L, were evaluated. The best results for germination of uchuva pollen was obtained using the sucrose as carbon source in whole dose evaluated, with add of boric acid at 1.0 ppm, and Twin 80. The test of germination pollen was between 3.70 and 53.06, but the 17.39% of accessions have several difficulties to pollen germination. The pollen viability was between 54.12 and 98.82%. The accessions number 39, 55, 65 and 83 show problems in pollen viability and pollen fertility, so for this reason her use as male can be limited in plant breeding programs.

Key words: *Physalis peruviana* L., pollen viability, pollen Germination, Andeans Fruits, Ochuva, Germplasm Characterization.

INTRODUCCIÓN

La uchuva (*P. peruviana*) es una planta originaria de los Andes Suramericanos, donde crece de manera silvestre; se desarrolla en las zonas tropicales y subtropicales, con altitudes entre los 1500-3000 m.s.n.m (Trillos et al, 2008 y Restrepo et al, 2009); es una de las frutas más importantes en las regiones tropicales altas de Colombia, lo que ha permitido al país ser el mayor productor del mundo; es un producto de exportación por excelencia, el 65% de la producción nacional se destina principalmente para la exportación y en la actualidad ocupa el segundo lugar después del banana, en las exportaciones de frutas colombianas (Fischer et al, 2005 y Márquez et al, 2009).

Las flores de *P. peruviana* son pentámeras, hermafroditas solitarias y pedunculadas; se ubican en las axilas de las ramas; la corola es glabra por dentro, con una línea de pelos por fuera y con bordes ciliados (Lagos et al, 2008). Los estambres son cinco, las anteras tienen dehiscencia longitudinal, pueden ser púrpuras, azules, o azules con líneas amarillas, polen tricolorado, oblató o prolato, ovario con estilo filiforme, estigma claviforme, algunas veces capitado (Ligarreto et al, 2005).

Para determinar la viabilidad del grano de polen, se emplea la tinción con acetocarmin al 2 % y observación bajo un microscopio de luz, determinando el porcentaje de granos de polen viables (teñidos de rojo) y no viables (incolores). En *P. peruviana* se ha encontrado que los porcentajes de viabilidad del polen se encuentran entre 67,5 y 98%; la mayoría de los cambios están asociados con las condiciones agroclimáticas de la zona donde se desarrolle la plantación, siendo de especialmente importante la temperatura y la humedad relativa (Lagos et al, 2005 b).

Los estudios adelantados por Lagos et al. (2006), muestran que granos de polen de *P. peruviana*, presentan una viabilidad del 97% dos días antes de la antesis, situación similar se observa con la receptividad del estigma, el cual se encuentra preparado para recibir polen dos días antes de la antesis; este fenómeno restringe la autopolinización.

Para simular el desarrollo del polen en el gineceo in vivo, se establecen las pruebas de germinación de los granos de polen in vitro, esta simulación se logra colocando los granos en una solución germinativa la cual debe presentar las mismas condiciones estigma del órgano femenino. Existen claras diferencias entre las necesidades de los granos de polen para germinar,

ya que los estigmas presentan diferentes compuestos; además se hace necesario establecer las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo del tubo polínico.

Rosell et al. (1999) realizaron estudios sobre la germinación del polen de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) in vitro, estableciendo que se requiere de una entre $20 \pm 258C$, que es la misma temperatura necesaria para establecer buenos frutos en el huerto, además de una prehidratación del polen antes de la germinación, un medio con calcio y el boro, sacarosa a una concentración que oscila entre $5 \pm 10\%$ y sólo germina cuando los estambres están presentes.

Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar la fertilidad del polen en 46 accesiones de uchuva, con el fin de tomar decisiones para el desarrollo de un programa de mejoramiento mediante la realización de cruzamientos dirigidos en *P. peruviana*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Biológico

Para realizar este ensayo se tomaron 46 genotipos de uchuva (En la tabla 1. se relacionan las accesiones en estudio y sus correspondientes procedencias); que se emplean en el programa de mejoramiento genético desarrollado por el grupo de Mejoramiento de Frutales Andinos y Tropicales. Este estudio se realizó en el campo y laboratorios ubicados en el Centro de Investigación La Selva, en el municipio de Rionegro (Antioquia, Colombia) a una altura de 2.100 msnm, con formación vegetal bosque húmedo montano bajo (bh-MB), temperatura media anual de $17^{\circ} C$, precipitación de 1.900 mm al año y humedad relativa del 78%.

Genotipo	Procedencia (*)	Genotipo	Procedencia
37	Ambato, Tungurahua, Ecuador	63	El Retiro, Antioquia, Colombia
38	Jardín, Antioquia, Colombia	64	Tipo exportación, Antioquia, Colombia (2)
40	Turbo, Antioquia, Colombia	65	Sonsón, Antioquia, Colombia
41	Desconocida (216-2)	66	Rionegro, Antioquia, Colombia
43	Desconocida (OM- 541)	67	Rionegro, Antioquia, Colombia (denominado "Francia")
44	La Ceja, Antioquia, Colombia	68	Guarne, Antioquia, Colombia
45	Pasto, Nariño, Colombia (86-1508)	69	Madrid, Cundinamarca, Colombia
46	Pasto, Nariño, Colombia (86-1509)	70	La Unión, Antioquia, Colombia
47	La Unión, Antioquia, Colombia	71	Rionegro, Antioquia, Colombia
48	Guarne, Antioquia, Colombia	72	San Pedro de los Milagros, Antioquia, Colombia
49	San Pedro de los Milagros, Antioquia, Colombia	73	San Antonio de Prado, Antioquia, Colombia
50	Manizales, Caldas, Colombia	74	Sonsón, Antioquia, Colombia
51	Bello, Antioquia, Colombia	75	Manizales, Caldas, Colombia (ILS-171)
52	El Peñol, Antioquia, Colombia (1)	76	Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colombia (ILS-242)
54	Marinilla, Antioquia, Colombia	77	Entrerriós, Antioquia, Colombia (ILS-247)
55	Tipo exportación, Antioquia, Colombia (1)	78	Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colombia (ILS-251)
56	Belmira, Antioquia, Colombia	79	Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colombia (ILS- 254)
57	Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colombia	80	Villa de Leyva, Boyacá, Colombia (ILS-367)
58	El Santuario, Antioquia, Colombia	81	Guarne, Antioquia, Colombia (ILS-450)
59	Sonsón, Antioquia, Colombia	82	Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colombia (ILS-502)
60	San Antonio de Prado, Antioquia, Colombia	83	Donación del Jardín Botánico de Kopenhagen, Origen desconocido (ILS-1431)
61	Manizales, Caldas, Colombia	86	Donación Jardín Botánico Kopenhagen, origen desconocido (ILS-1434)
62	Rionegro, Antioquia, Colombia	122	Medellín, Antioquia, Colombia: testigo (ILS-2173)

(*) Municipio, departamento, país y código de introducción (ILS = Introducción La Selva)

Tabla 1. Origen de los genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) evaluados

Tratamientos y evaluaciones

Para realizar las diferentes evaluaciones se hizo la colecta de polen, para esta se tomaron cinco flores por accesión, las cuales se encontraban en su primer día de apertura floral, se almacenaron en bolsas de papel debidamente identificadas y se incubaron a una temperatura entre 20 °C y 25 °C, para inducir la dehiscencia de las anteras; con la ayuda de un vibrador, se procedió a la extracción del polen, el cual fue depositado

en tubos eppendorf debidamente identificados los cuales se almacenaron en nevera (4°C).

Para establecer la fertilidad de los granos de polen en cada una de las accesiones se realizaron dos evaluaciones: 1). Capacidad de germinación 2). Viabilidad.

Germinación de los granos de polen

Para las pruebas de germinación del polen de las diferentes accesiones, se hizo necesario

establecer una solución germinativa apropiada para todos los materiales.

La estandarización de la solución nutritiva se efectuó con la accesión número 86 y se procedió de la siguiente manera: Se tomaron dos fuentes de carbono: sacarosa y glucosa, en tres concentraciones de: 1,0; 1,5 y 2,0 g/L de solución germinativa. En todos los casos se adicionó ácido bórico al 0,1 % el cual es indispensable para la germinación del polen, según se observó en ensayos preliminares; se agregó además 2mL de dispersante (Twin 80), con el fin de evitar la aglomeración de los granos de polen y tener así una lectura más homogénea.

Para la evaluación se tomó una flor en primer día de anthesis y se procedió de la siguiente manera:

- Dentro de una caja Petri, con una hoja de papel de filtro húmedo en su base, se colocó un portaobjeto y en el centro del mismo, se colocó una gota de cada una de las soluciones germinativas a evaluar.
- Sobre cada gota de solución germinativa, se colocó aproximadamente 1 mg de polen después de dos días de almacenamiento y con la

ayuda de una aguja de disección, se mezcló el polen con la solución germinativa.

- Para cada una de las soluciones germinativas se emplearon cinco unidades experimentales (cajas de Petri). las cuales se taparon y sellaron con plástico (vinipel). Las muestras se dejaron incubaron a una temperatura de 21°C, durante 4 horas, al cabo de las cuales se cubrieron las placas con cubreobjetos, se observó al microscopio (40 X), realizando diez lecturas en el espacio muestral.

Se consideraron granos germinados aquellos cuya longitud del tubo polínico duplicó su diámetro, tal como se muestra en la figura 1. Los resultados obtenidos se expresan en porcentaje, considerándose que el polen era fértil, cuando más del 5% de los granos de polen germinaban.

Para este experimento se empleó un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial 2 x 3, para un total de seis tratamientos. Se analizó estadísticamente la variable porcentaje de germinación del polen para cada uno de los tratamientos en estudio utilizando el procedimiento GLIMMIX (SAS, 2006) considerando una distribución binomial de los datos y una función de ligamiento *logit*.

Una vez establecida la solución nutritiva apropiada, la cual resultó ser 1gr.L⁻¹ de sacarosa y ácido bórico al 0.1%. se establecieron los ensayos para todas las accesiones de la misma manera como se mencionó en la estandarización de la solución nutritiva.

Viabilidad del polen

Para esta evaluación se tomó polen de cada una de las accesiones después de dos días de la colecta y se procedió a colocar aproximadamente 1 mg de polen de cada accesión en



Figura 1. Grano de polen de uchuva iniciando la formación de tubo polínico (color amarillo) y dos granos de polen que no muestran formación de tubo polínico (color rosado).

un portaobjetos, luego se tiñó con una gota de acetocarmín al 2% y finalmente se realizaron las evaluaciones en cinco campos al microscopio de luz (40 X) por accesión.

El diseño estadístico empleado para las variables porcentaje de germinación y viabilidad del polen en cada accesión fue bloques completamente al azar, con 46 tratamientos, que en este caso, corresponden a diferentes accesiones del Banco de Germoplasma. Para el análisis de los datos se considero una distribución binomial y una función de ligamiento *logit*, programada mediante el procedimiento GLIMMIX de SAS System versión 9. 1. 3 (SAS, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estandarización de la solución germinativa

Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre las dos carbohidratos (glucosa y sacarosa), sin embargo no hay efecto de la dosis y su interacción, presentando un valor P de 0,0474; 0,1158 y 0,1909; respectivamente (ver tabla 2). La media de germinación para los tratamientos con glucosa fue de 22,60% mientras que para la sacarosa fue de 39,37%. Esto indica que para la germinación del polen de uchuva es preferible utilizar sacarosa en cualquiera de las dosis probadas (1; 1,5 ó 2,0 g/L). La sacarosa es una fuente de carbono de menor costo y de

Fuente de Variación	Grados de Libertad Numerador	Valor F	Pr>F
Fuente de Carbono	1	4.37	0.0474
Dosis	2	2.36	0.1158
Fuente x Dosis	2	1.78	0.1909

Tabla 2. Análisis de Varianza para el efecto de dos fuentes de carbono en las soluciones nutritivas para la germinación del polen de uchuva (*Physalis peruviana*).

Fuente de Carbono	Dosis	Media	Error Estándar	Intervalo de Confianza al 95%	
				Inferior	Superior
Glucosa	1	0.2157	0.0823	0.0916	0.4287
Glucosa	1.5	0.4147	0.0985	0.2347	0.6209
Glucosa	2	0.1133	0.0634	0.0336	0.3197
Sacarosa	1	0.2956	0.0913	0.1451	0.5090
Sacarosa	1.5	0.4448	0.0994	0.2588	0.6477
Sacarosa	2	0.4488	0.0995	0.2620	0.6512

Tabla 3. Medias ajustadas por mínimos cuadrados y su respectivo intervalo de confianza para cada una de las fuentes de carbono y dosis en las soluciones nutritivas evaluadas para la germinación del polen de uchuva.

mayor disponibilidad que la glucosa, por lo que este resultado es favorable para facilitar el establecimiento de los ensayos de germinación.

Los resultados indican que para las pruebas de germinación del polen de uchuva se debe emplear una solución de sacarosa a concentraciones del 1,0; 1,5; o 2,0 %, (en la tabla 3 se muestran los intervalos de confianza para este resultados), adicionando ácido bórico más un dispersante (Twin 80) en concentraciones de 1.0 g/L y 2 g/L, respectivamente.

Estos resultados son similares a los reportados por Salazar y Padilla (1986) quienes basados en la necesidad que tienen los programas de mejoramiento de métodos confiables para manipular y almacenar polen para realizar cruces controlados, realizaron diferentes pruebas de germinación de polen fresco en *Annona muricata* L. en medio líquido con glucosa, sacarosa, lactosa y galactosa, encontrando los mejores resultados de germinación con sacarosa a 2,5 % y ácido bórico a 0,01 %.

Sin embargo, los resultados encontrados en uchuva sugieren una menor concentración de sacarosa y ácido bórico, que la requerida en

Accesión	Porcentaje de Viabilidad			Porcentaje de Germinación		
	Media	Intervalo de Confianza al 95%		Media	Intervalo de Confianza al 95%	
		Inferior ¹	Inferior		Inferior ²	Inferior
37	0.9358	0.8428	0.9754	0.1859	0.0688	0.4137
38	0.9526	0.8637	0.9846	0.1998	0.0915	0.3823
39	0.8267	0.7140	0.9012	0.0370	0.0119	0.1092
40	0.9099	0.8109	0.9596	0.0666	0.0246	0.1680
41	0.9882	0.8963	0.9988	0.3612	0.1902	0.5764
42	0.9514	0.8622	0.9839	0.2774	0.1339	0.4882
43	0.9418	0.8502	0.9788	0.2140	0.0992	0.4022
44	0.9750	0.8901	0.9947	0.4067	0.2220	0.6220
45	0.9462	0.8557	0.9812	0.3114	0.1575	0.5224
46	0.9395	0.8473	0.9775	0.1222	0.0510	0.2649
47	0.9053	0.8054	0.9567	0.3381	0.1724	0.5560
48	0.9651	0.8790	0.9906	0.5306	0.3205	0.7304
49	0.9007	0.7998	0.9537	0.2962	0.1478	0.5052
50	0.8922	0.7896	0.9480	0.1935	0.0872	0.3762
51	0.9330	0.8393	0.9738	0.2065	0.0946	0.3932
52	0.9526	0.8637	0.9846	0.2510	0.1207	0.4500
54	0.7223	0.6006	0.8181	0.1681	0.0610	0.3858
55	0.7304	0.6092	0.8249	0.0942	0.0372	0.2187
56	0.7086	0.5863	0.8066	0.2672	0.1301	0.4706
57	0.9032	0.8028	0.9554	0.2753	0.1351	0.4802
58	0.9811	0.8955	0.9968	0.3733	0.1689	0.6358
59	0.8596	0.7514	0.9254	0.1145	0.0474	0.2514
61	0.9168	0.8192	0.9640	0.2256	0.1054	0.4186
62	0.9767	0.8919	0.9953	0.3171	0.1611	0.5288
63	0.8740	0.7681	0.9356	0.2516	0.1211	0.4506
64	0.9594	0.8721	0.9879	0.1045	0.0419	0.2374
65	0.8188	0.7051	0.8952	0.0533	0.0189	0.1411
67	0.7870	0.6699	0.8705	0.2835	0.1397	0.4909
69	0.8713	0.7649	0.9337	0.1593	0.0700	0.3231
70	0.9446	0.8537	0.9803	0.2060	0.0951	0.3906
71	0.8286	0.7160	0.9026	0.1676	0.0614	0.3827
72	0.9818	0.8960	0.9970	0.2213	0.1028	0.4135
73	0.9742	0.8894	0.9944	0.2212	0.1034	0.4117
74	0.9712	0.8861	0.9932	0.2595	0.1250	0.4622
75	0.9486	0.8587	0.9825	0.3486	0.1810	0.5643
76	0.7689	0.6503	0.8562	0.2242	0.0878	0.4646
77	0.9500	0.8605	0.9832	0.2503	0.1198	0.4503

78	0.9409	0.8491	0.9783	0.2172	0.1014	0.4055
79	0.7745	0.6563	0.8606	0.3715	0.1972	0.5871
80	0.9351	0.8419	0.9750	0.1801	0.0793	0.3592
81	0.9799	0.8946	0.9964	0.1575	0.0691	0.3200
82	0.7283	0.6069	0.8230	0.3885	0.2090	0.6043
83	0.5412	0.4189	0.6586	0.1107	0.0457	0.2446
84	0.9144	0.8164	0.9625	0.1195	0.0486	0.2651
122	0.9769	0.8920	0.9954	0.1797	0.0808	0.3531

1 Resultados en negrilla corresponden a las accesiones cuyo límite inferior está por debajo del 80% de viabilidad

2 Resultados en negrilla corresponden a las accesiones cuyo límite inferior está por debajo del 5% de germinación

Tabla 4. Medias ajustadas por mínimos cuadrados y su respectivo intervalo de confianza para el porcentaje de viabilidad y fertilidad del polen para 46 accesiones de uchuva, en Antioquia.

otras especies como *Coffea arabica* L., donde Cabrera (1962) reporta que las concentraciones de agar y sacarosa más adecuadas para la germinación y principalmente para el crecimiento del tubo polínico son del orden de 10 a 15 % de sacarosa y anota que el ácido bórico añadido al medio en una concentración de 50 ppm es beneficioso para incrementar la germinación y crecimiento del tubo polínico. Por otro lado, Griffin (1982) encontró en especies de *Eucalyptus* que la solución germinativa requería de una concentración de 30% de sacarosa y 1,5 ppm de ácido bórico, con un período de incubación de 24 horas a 30° C.

Vale la pena resaltar que, durante el desarrollo de esta investigación se observó que es necesaria la adición de ácido bórico a la solución germinativa, ya que de lo contrario no se induce el desarrollo del tubo polínico, lo cual indica que en el caso de *P. peruviana* el ácido bórico es un elemento indispensable para el éxito de la solución germinativa. Bajo condiciones de campo, los estudios de Sang-Hyun *et al* (2009) en pera (*Pyrus pyrifolia*) demuestran que las aplicaciones foliares de boro llevan a un aumento en el tamaño de la antera, en la producción de polen y en la germinación de los granos, en plantas que

Los resultados muestran que hay diferencias significativas entre las dos carbohidratos (glucosa y sacarosa), sin embargo no hay efecto de la dosis y su interacción, presentando un valor P de 0,0474; 0,1158 y 0,1909; respectivamente (ver tabla 2). La media de germinación para los tratamientos con glucosa fue de 22,60% mientras que para la sacarosa fue de 39,37%.

recibieron tratamientos en una concentración de 200mg/L en el año siguiente a la aplicación; se establece así, que la aplicación de este elemento es esencial en el proceso de fecundación de muchas especies, además que influye de manera directa sobre la calidad y cantidad de polen producido.

Evaluación de germinación y viabilidad del polen

Se presentaron diferencias significativas (en la tabla 4 se presentan los intervalos de confianza para las variables germinación y viabilidad de polen) entre las accesiones tanto para el porcentaje de germinación ($P=0.0072$) como para la viabilidad ($P<0.0001$). Los valores de viabilidad fluctuaron entre 54,12 y 98,82 %. Estos resultados son similares a los reportados por Lagos (2005a), en el departamento de Nariño, donde en seis genotipos diferentes los porcentajes de viabilidad fluctuaron entre el 81,7 y el 98% para la Botana, y entre el 67,5 y 86,26 en Palmira, respectivamente. Aunque en general la viabilidad de polen fue alta para la mayoría de las accesiones el 34,78% presentaron un límite inferior del intervalo de confianza por debajo del 80% de viabilidad lo cual podría sugerir problemas en el uso de estas accesiones en programas de cruzamientos.

Los valores de fertilidad, evaluados mediante el porcentaje de germinación del polen, variaron entre 3,70 y 53,06 %. La accesión que presentó un porcentaje de germinación inferior al cinco por ciento se consideró de baja germinación y con dificultad para el establecimiento en programas de cruzamientos. De esta forma el 17.39% de las accesiones, presentó dificultades en la germinación del polen. Con los

resultados obtenidos en este trabajo se puede afirmar que para la especie de interés y a diferencia de los resultados obtenidos por Andres *et al* (1999) las pruebas de tinción y germinación arrojan resultados similares indicando que Las accesiones 39, 55, 65 y 83; presentan problemas tanto en la viabilidad como en la germinación del polen por lo que su uso en programas de fitomejoramiento se verá limitado, según Imery y Cárdenas (2006) esto se debe a que el crecimiento superior de los tubos polínicos, se traduce en mayores expectativas de transportar con éxito los gametos masculinos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín (DIME), mediante el proyecto “Evaluación preliminar de caracteres agronómicos y calidad de fruto en materiales de Uchuva (*Physalis spp.*).” código QUIPU 20201005520.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fischer G, Miranda D, Piedrahita W, Romero J. 2005. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia. Primera Edición. Santa Fe de Bogota. Colombia. 221p
2. Lagos C, Vallejo F, Creuci M, Muños J, Criollo H. 2005a. Comportamiento meiótico de algunos genotipos de *Physalis peruviana* L. Fitotecnia Colombiana 5 (1): 1-12.

3. Lagos C, Creuci M, Vallejo F, Muñoz J, Criollo H, Olaya C. 2005b. Caracterización palinológica y viabilidad de *Physalis peruviana* L. y *Physalis philadelphica* Lam. Agronomía colombiana. 23 (1): 55-61.
4. Lagos, T. C., 2006. Biología reproductiva, citogenética, diversidad genética, heterosis parentales de uvilla "uchuwa", *Physalis peruviana* L.) Palmira, Colombia. Para obtener el título de Ph. D. en la universidad Nacional de Colombia sede Palmira. pp. 129
5. Lagos C, Vallejo F, Criollo H, Muñoz J. E. 2008. Biología reproductiva de la uchuva. Acta Agronómica. 57 (2): 81 – 87.
6. Márquez C. J, Trillos O, Cartagena J. R, y Cotes J. M. 2009. Evaluación físico-química y sensorial de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) Revista VITAE. 16 (1): 42 – 48.
7. Restrepo A. M., Cortés M, y Márquez C. J. 2009. Uchuvas (*Physalis peruviana* L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E. VITAE. 16 (1): 19 – 30.
8. Rosell P, Herrero M, Galán V. 1999. Pollen germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) In vivo characterization and optimization of in vitro germination. Scientia Horticulturae. 81: 251 – 265.
9. Sang-Hyun L, Wol-Soo K, Tae-Ho, H. 2009. Effects of post-harvest foliar boron and calcium applications on subsequent season's pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). Scientia Horticulturae. 122: 77 – 82. www.elsevier.com/locate/sci-horti 02. Mar.09.
10. SAS, 2006. The GLIMMIX procedure (Production June 2006). http://www.sas.com/apps/demos-downloads/sasstatglimmix_PROD__sysdep.jsp?packageID=000353&jmpflag. 10. Jun.07.
11. Trillos G. O, Cotes T. J, Medina C. C, Lobo A. M, Navas A. 2008. Caracterización morfológica de cuarenta y seis accesiones de uchuva (*Physalis peruviana* L.), en Antioquia (Colombia). Revista Brasileira de Fruticultura. 30 (3): 708-715. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0100-. 10. Mar. 10.

CONSULTA VIRTUAL

12. Andres, V, Rodriguez J, Duran J. 1999. Viabilidad del Polen Del Albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.). Madrid. España. Disponible en: http://www.inia.es/gcontrec/pub/03.M.V.ANDRES_1048155877187.pdf 20. May.10.
13. Cabrera W. 1962. Estudios en polen y polinizaciones en *Coffea arabica* L. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba Costa Rica. <http://books.google.com.co/books?id=JikOAQAAIAAJ&pg=PA21&lpg=PA21&dq=germinacion+de+polen+de+cafe> 20. Mar.10.
14. Imery J, Cárdenas Y. 2006. Durabilidad de la Capacidad Germinativa del Polen en Aloe vera (l.) Burm. F. y A. saponaria Haw. Laboratorio de Genética Vegetal, Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumaná 6101, Venezuela. En: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg06009> . 20. May.10.
15. Salazar A. E, Padilla A. A. 1986. Morfología de la flor, germinación del polen, fenofase de plena floración (abertura y caída de pétalos) y transporte de polen por hormigas en guanábana (*Annona muricata* L.) 83 pp. <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis>. 20. Ago.09.