

DETERMINACIÓN DE LA MADUREZ FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE UVILLA (*Physalis peruviana* L.)

Hernando Criollo Escobar¹
Paula Andrea Upegui E.²

RESUMEN

El presente trabajo se estableció con el objeto de evaluar la madurez fisiológica de las semillas y determinar un índice de madurez de fruto, mediante la medición del efecto del tiempo transcurrido desde la antesis sobre variables de fruto y semillas. Las flores se marcaron en un cultivo de *Physalis peruviana* localizado en el Centro Experimental de Botana (Universidad de Nariño). Para el análisis de las variables se estableció un diseño irrestrictamente al azar, teniendo siempre al tiempo transcurrido desde la antesis como variable independiente. A los 75 días después de la antesis, los frutos y el cáliz comienzan a perder su color verde y a tornarse amarillos; igualmente, las semillas cambian su color blanco a crema.

La longitud y el peso del fruto con cáliz alcanzaron sus valores máximos a partir de los 75 días después de la antesis, mientras que el diámetro y el peso del fruto se incrementaron estadísticamente hasta los 90 días después de la antesis. Los menores valores en cuanto al contenido de humedad de las semillas se alcanzaron a partir de los 75 días después de la antesis; la germinación y la emergencia alcanzaron los mayores valores a partir de los 75 días después de la antesis, pero el vigor de las semillas se incrementó hasta los 90 días después de la antesis.

Finalmente se estableció que la madurez fisiológica del fruto y de semillas de *P. peruviana* se alcanza a partir de los 75 días después de la antesis.

Palabras claves: *Physalis peruviana*, madurez fisiológica, índices de madurez, vigor de semillas.

ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of evaluating the physiological maturity of the seeds and determining an index of fruit maturity, by means of the measurement of the effect of the time from the anthesis on variables of fruit and seeds. The flowers were marked in a culture of *P. peruviana* located in the Experimental Center of Botana (University of Nariño); for the analysis of the variables was used a completely random design, always tending to the time passed from the anthesis like independent variable. To the 75 days after the anthesis, the fruits and the calyx begin to lose their green colour and to become yellow; also, the seeds change their white colour to cream.

The length and the weight of the fruit with calyx reached their maximum values as of the 75 days after the anthesis, whereas the diameter and the weight of the fruit were

¹ Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

² Ingeniera Agrónoma. Universidad de Nariño.

increased statistically until the 90 days after the anthesis. The smaller values to the humidity content of the seeds were reached as of the 75 days after the anthesis; the germination and the emergency reached the greater values as of the 75 days after the anthesis, but the vigour of the seeds was increased until the 90 days after the anthesis. Finally, the physiological maturity of the fruit and seeds of *P. peruviana* is reached as of the 75 days after the anthesis.

Key words: *Physalis peruviana*, physiological maturity, maturity index, vigour seeds

INTRODUCCIÓN

La uvilla (*Physalis peruviana* L.), se adapta fácilmente a una amplia gama de condiciones agroecológicas; en Colombia y específicamente en Nariño crece como planta silvestre y semi-silvestre en las zonas altas de 1500 a 3000 m.s.n.m. y temperaturas entre los 13 y los 18°C. La uvilla es considerada una fruta exótica, por tal razón su aceptación en el mercado internacional es muy alta debido a su exquisitez, tiene un alto valor nutricional y se le han atribuido propiedades medicinales (Collazos, 2000).

El género *Physalis* (familia Solanacea), incluye unas 100 especies herbáceas perennes y anuales cuyos frutos se forman y permanecen dentro del cáliz; casi todas en estado silvestre y muy pocas en estado semi-silvestre, siendo la *Physalis peruviana* la más utilizada por su fruto azucarado. También, las frutas de las especies *Physalis angulata* y *Physalis minima*, que crecen en el Sureste de Asia como malezas, son comestibles; de igual manera los frutos de la *Physalis ixocarpa* y la *Physalis pruinosa* (Legge 1974 y Verheij y Coronel, 1991).

La uvilla (*Physalis peruviana* L.), originaria de los Andes suramericanos, es la especie más conocida de este género y se caracteriza por tener un fruto azucarado y buenos contenidos de vitaminas A y C, además de hierro y fósforo. En diferentes regiones de Colombia se le atribuyen propiedades medicinales tales como las de purificar la sangre, disminuir la albúmina de los riñones, aliviar problemas en la garganta, fortificar el nervio óptico, limpiar las cataratas, ser un calcificador y controlar la amibiasis (Corporación Colombia Internacional, 1994).

Las flores son solitarias, pedunculadas y hermafroditas, se originan en las axilas y están constituidas de una corola amarilla en forma tubular, originada de cinco pétalos soldados y con cinco manchas morados en su parte media.

En un estudio sobre biología floral, en la India, la floración inició 70 a 80 días después de la siembra y el tiempo entre iniciación de botones florales y la anthesis fue de 19 a 23 días. Durante la floración (3 a 4 días) la corola abrió en la mañana y cerró en la noche (Gupta y Roy, 1981). En el mismo estudio, la mayor cantidad de frutos (85% de cuajado) se desarrolló con una polinización abierta (no artificial). Las flores son polinizadas por insectos y por el viento, aunque la autopolinización es común.

El cáliz gamosépalo está formado por cinco sépalos persistentes, es veloso con venas salientes y con una longitud de unos 4 a 5 cm., cubre completamente el fruto durante todo su desarrollo; inicia su alargamiento cuando ha pasado la fecundación. Durante los primeros 40 a 45 días de su desarrollo es de color verde, pero con la maduración del fruto va perdiendo clorofila volviéndose de color pergamino al final.

Es importante porque sirve como una fuente indispensable de carbohidratos durante los primeros 20 días del crecimiento del fruto (Fisher, 1989).

En uvilla el fruto es una baya jugosa en forma de globo u ovoide con un diámetro entre 1.25 y 2.5 cm, pesa de 4 a 10g., contiene unas 100 a 300 semillas pequeñas, de forma lenticular, que están desprovistas de hilos placentarios. La pulpa está formada por tejido procedente tanto del pericarpio como de la placenta (Valencia, 1985).

El fruto se desarrolla durante unos 60 a 80 días después del inicio de la floración, según las condiciones agroecológicas del sitio y es de color amarillo-naranja cuando madura. En la región de Tierradentro (Cauca), transcurrieron 107.5 días entre el inicio de la floración y la cosecha, que ocurre durante todo el año (Collazos, 2000).

El desarrollo en tamaño y peso tiene un rápido crecimiento durante los primeros 10 días después del cuajamiento, de la misma manera que el cáliz, el cual tiene al final el doble del tamaño del fruto. Mientras el fruto aumenta constantemente su tamaño hasta el día 60 de su desarrollo, el cáliz termina su expansión después de 20 a 25 días y siempre es más largo que ancho; el fruto tiende a crecer más en longitud entre el día 10 y 25 después del cuajamiento, contrario a lo que sucede durante su madurez, cuando crece más en diámetro (Fisher, 1989).

La semilla es el producto de la fecundación del óvulo por el polen, bien sea en forma autógena o con ayuda de agentes polinizadores. En el caso de la uchuva, las flores amarillas y campaniformes son polinizadas fácilmente por los insectos o por el viento, lo cual origina en una misma plantación, frutas con características diferentes. Las uvillas propagadas por semillas varían en crecimiento, vigor, rendimiento y calidad del fruto (Sandhu *et al.*, 1989).

La semilla es la forma más utilizada por la mayoría de cultivadores de uvilla en Colombia. En diversos estudios se ha encontrado que el peso promedio de 1000 semillas es de 1 g. Un fruto de las uchuvas colombianas produce en promedio 210 a 240 mg. de semillas, que corresponden a un número de 250 a 320 por fruto. La semilla representa, en promedio, el 5.4% en peso con relación al fruto. Las semillas conservan su poder germinativo durante 6 a 7 años, cuando se almacenan en condiciones de humedad relativa baja (40 a 50%), poca luz y a una temperatura de 10 a 13°C (Villamizar *et al.*, 1993).

La madurez del fruto y de la semilla constituye la última fase del proceso reproductivo y se caracteriza por la presencia de profundos cambios físicos y químicos en ambas estructuras. Después de la fertilización del óvulo, el ovario comienza a aumentar rápidamente de tamaño; este incremento de tamaño va acompañado de cambios de color, peso, contenido de humedad, olor, sabor, textura y consistencia, así como del incremento de carbohidratos, ácidos orgánicos, minerales y compuestos nitrogenados (Lutte *et al.*, 1993).

Según Popinigis (1985), el punto de máximo peso de la materia seca, coincide con aquel en el cual la semilla alcanza el máximo vigor y poder germinativos; en este punto, la semilla puede desempeñar eficientemente todas las funciones fisiológicas propias y se denomina punto de madurez fisiológica; de este momento en adelante, el peso seco, el vigor y el poder germinativo tienden a disminuir debido a procesos de deterioro.

La cosecha en la etapa adecuada de madurez de la semilla es esencial para obtener un rendimiento máximo, minimizar el deterioro en el campo, los daños mecánicos y producir semillas de alta calidad. Las características de sanidad y vigor de la semilla llegan a su punto máximo en el momento de la madurez fisiológica y luego comienzan a deteriorarse (Aguirre y Peske, 1988).

La Facultad de Ciencias Agrícolas por intermedio de la línea de Investigación en Producción de Frutales Andinos tiene dentro de sus propósitos la producción de genotipos de uvilla que muestren alta adaptación y uniformidad, tanto en su arquitectura como en productividad y calidad de fruta; estos cultivares van a requerir de un sistema de producción de semillas de calidad, que permita garantizar el mantenimiento de la calidad productiva de los progenitores.

En este sentido, el presente trabajo pretende hacer aportes al entendimiento de la madurez fisiológica de las semillas de uvilla, con el fin de establecer las mejores condiciones fisiológicas para la obtención de semillas de alta calidad, mediante la identificación de los cambios morfológicos y anatómicos que ocurren en el fruto durante el proceso de formación de la semilla de uvilla y el análisis de la dinámica de la calidad fisiológica de la semilla de uvilla, desde la antesis hasta la madurez de cosecha.

METODOLOGÍA

En un cultivo de uvilla ya instalado se procedió a marcar un mínimo de 200 flores en el momento de la antesis; cada 15 días a partir de la fecha de marcaje, o sea a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días, se cosecharon 30 frutos para su evaluación inmediata.

Las evaluaciones se hicieron sobre los 30 frutos recién cosechados en cada uno de los períodos experimentales; se abrieron en forma transversal y se procedió a la extracción manual y lavado de las semillas; se eliminaron los excesos de agua con papel secante y se evaluó inmediatamente la humedad y peso seco (Alvarenga, 1991).

Morfología y anatomía del fruto y de la semilla. Sobre la muestra de 10 frutos recién cosechados, se realizó una descripción morfológica, tanto externa como interna, evaluando al mismo tiempo el diámetro, el peso con y sin cáliz, color externo y color de la pulpa. Igualmente, de las semillas extraídas se tomaron muestras de 10 semillas/fruto para hacer una descripción morfológica externa e interna con ayuda del estereoscopio.

Materia seca y contenido de humedad. Del lote de semillas recién extraídas se pesaron dos muestras de aproximadamente 2.5g, las cuales se sometieron a secado en estufa durante 1 hora a 130-133°C para obtener un peso seco final (Ministerio de Agricultura de España, 1977).

Porcentaje de germinación. El porcentaje de germinación de las semillas se evaluó con 4 muestras de 50 semillas colocadas sobre cajas petri y papel filtro humedecido a una humedad relativa del 95% y a una temperatura media de 25°C, en un período de 15 días, tiempo durante el cual se tomaron lecturas diarias de germinación, considerando germinación como la emergencia de radícula.

Porcentaje de emergencia e Índice de vigor. Para la evaluación de la emergencia y vigor se tuvo en cuenta la velocidad de emergencia en campo, propuesta por Popinigis

(1985), con base en los datos diarios de emergencia observados en bandejas con un sustrato arena:suelo (1:2); se sembraron cuatro repeticiones de 50 semillas cada una y se hicieron observaciones diarias de plántulas emergidas normales, hasta que no se observaron incrementos en la emergencia; este último valor correspondió al porcentaje de emergencia de las semillas.

El número de plántulas emergidas diariamente se dividió por el número de días para sumar al final todos los resultados correspondientes a cada repetición y obtener así el índice de vigor por repetición. O sea que:

$$IVr = \sum_i^n Pi / di$$

Siendo:

IVr = Índice de vigor por repetición.

Pi = No. plantas emergidas en el primer día de emergencia y

di = No. de días correspondiente a la lectura Pi .

Diseño experimental. El diseño experimental que se tuvo en cuenta para el análisis de las variables: peso del fruto con cáliz, peso del fruto sin cáliz, humedad de semillas, materia seca de semillas, porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia y vigor, fue irrestrictamente al azar (DIA) con seis tratamientos correspondientes a la épocas de evaluación (15, 30, 45, 60, 75 y 90 días).

En el caso de las variables correspondientes al fruto se evaluaron diez frutos (repeticiones); para la evaluación de humedad de la semilla se utilizaron tres repeticiones y para germinación, emergencia y vigor, cuatro repeticiones. El análisis de la información se realizó mediante análisis de varianza y pruebas de comparación de promedios para aquellas variables que mostraron significancia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología y anatomía del fruto y semillas. Los frutos cosechados 15 y 30 días después de la antesis, son de color verde pálido, con estrías reticulares de color verde más oscuro y con gran cantidad de una sustancia mucilaginosa de sabor amargo y de apariencia pegajosa que puede observarse en todos los

frutos, aún en los que están en estado de madurez. La pulpa que rodea a las semillas es semiseca y de color blanco. El cáliz que envuelve al fruto es de color verde con nervaduras moradas. Las semillas en este estado son de color blanco y al ser observadas al estereoscopio muestran un contenido acuoso y cristalino, no diferenciable, que ocupa el 100% de la cavidad seminal.

Los frutos de 45 días adquieren una coloración verde brillante, con estrías reticulares muy visibles y de color verde intenso; al cortar el fruto se puede observar una pulpa esponjosa de apariencia seca, en la cual se distribuyen las semillas de color blanco y que se separan muy fácilmente. Tienen una longitud media de 2,1 mm por 0,75 mm de ancho.

Los frutos cosechados a los 60 días comienzan a perder el color verde intenso en las zonas opuestas al punto de inserción y las estrías al desaparecer; el cáliz continúa verde y las nervaduras moradas. Al cortar el fruto se observó una pulpa de apariencia más húmeda que las anteriores en la cual se distribuyen las semillas que comienzan a oscurecer, tomando algunas (30%) una coloración crema clara y de forma lenticular que se desprenden con una mayor dificultad.

Al hacer un corte transversal de las semillas pudo observarse una consistencia más dura tanto en sus paredes externas como en la correspondiente al embrión, el cual ya se encuentra diferenciado, emergiendo una estructura tubular al presionar la semilla; el endospermo y el embrión presentan una consistencia de pasta semidura y de apariencia cristalina.

Después de 65 días de la antesis, los frutos comienzan a presentar coloraciones amarillas y desaparecen las estrías como síntomas visibles de madurez, aunque el cáliz continúa siendo verde con estrías de color morado. Un corte transversal del fruto muestra una pulpa de color amarillo, de apariencia muy húmeda y con semillas distribuidas axilarmente, que presentan alguna dificultad para ser extraídas.

Las semillas son lenticulares, con dimensiones promedias de 2,05 mm de largo por 1,80 mm de ancho; un 70% de ellas son de color crema y un 30% continúan siendo blancas, lo cual demuestra que la maduración de las semillas se hace en forma gradual.

El corte de las semillas muestra una mayor dureza de la testa, que ahora se vuelve de difícil penetración; las partes embrionarias presentan semejanza con las semillas evaluadas a los 60 días, aunque aparentemente son más consistentes.

Los frutos de 90 días son completamente amarillos, incluido el cáliz que toma una coloración amarilla y una consistencia apergaminada. La pulpa es amarilla y de consistencia acuosa, las semillas son de color crema oscura, de 2.15 mm de largo y de 1,80 mm de ancho, de difícil penetración. Al cortar transversalmente una semilla, se puede observar una testa que se diferencia del embrión por su coloración crema, en contraste con los tejidos embrionarios que son blancos y de apariencia traslúcida. Al igual que en semillas de 60 y 75 días, al presionar la semilla, emergen los cotiledones de forma tubular y muy alargada.

Evaluación del crecimiento del fruto. El análisis de varianza de los datos correspondientes a la longitud, diámetro y peso de los frutos en las diferentes etapas, a partir de la antesis (Tabla 1) mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos correspondientes a los grados de madurez del fruto.

Longitud del fruto. El crecimiento del fruto en cuanto a longitud se produjo hasta los 75 días (1.70cm); a partir de esta fecha, el crecimiento se estabiliza y la longitud del fruto a los 75 días no difiere estadísticamente de la longitud final alcanzada a los 90 días (1.79 cm). Estos dos tratamientos difieren estadísticamente de las demás evaluaciones (Tabla 2).

Diámetro del fruto. La prueba de Tukey para la variable diámetro del fruto (Tabla 2) mostró, igual que en la variable longitud del fruto, que aquellos tratamientos correspondientes a las etapas iniciales de crecimiento, presentaron los menores

valores, lo cual permite afirmar que el fruto de la *P. peruviana* tiene un crecimiento uniforme en su largo y ancho, a través del tiempo. Se pudo establecer que en el lapso de 75 días después de la antesis, los frutos duplicaron sus dimensiones.

Peso de frutos. Con respecto al peso de los frutos, la prueba de Tukey (Tabla 2) permitió establecer que los frutos de 15 y 30 días, con un peso de 0.26 y 0.53g, no presentaron diferencias estadísticas, demostrándose que en principio el incremento del peso es lento. Al final de la etapa de crecimiento (90 días

después de la antesis), los frutos alcanzaron su mayor peso (4.18 g), con diferencias estadísticas significativas con respecto a todos los demás tratamientos.

Evaluación de las semillas. El análisis de varianza para las cuatro variables analizadas: contenido de humedad, poder germinativo, emergencia y vigor de las semillas (Tabla 3), mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos correspondientes a los días transcurridos a partir de la antesis.

Humedad de las semillas. La prueba de Tukey (Tabla 4), mostró que los contenidos de humedad de las semillas fueron en constante disminución, a medida que la madurez del fruto se incrementó. Las semillas provenientes de frutos de 15 y 30 días después de la antesis presentaron los mayores contenidos de humedad y sin diferencias estadísticas entre ellos; en cambio, las semillas provenientes de frutos de 75 y 90 días después de la antesis presentaron los menores contenidos de humedad y con tendencia a estabilizarse, con valores de 34.21% y 31.92%, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellas.

Tal como lo explican Milthorpe y Moorby (1982), este comportamiento de la humedad se debe a la sustitución de materiales osmóticos por carbohidratos y otras moléculas de gran tamaño, las cuales tienen baja capacidad para absorber agua. Además se determina con este comportamiento que las semillas se encuentran en un proceso de acumulación de reservas durante el tiempo de maduración del fruto.

Porcentaje de germinación. El análisis de varianza (Tabla 3) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, los cuales al compararse con la prueba de Tukey (Tabla 4), mostraron diferencias estadísticas significativas; las semillas de frutos de 15 y 30 días no presentaron diferencias entre sí, con porcentajes de germinación de 0% y 4%, respectivamente, pero difirieron de los demás tratamientos.

Las semillas de frutos de 45 días (23.5%) mostraron diferencias con respecto a la germinación de semillas de frutos de 60, 75 y 90 días, las cuales presentaron porcentajes de germinación de 55.5%, 80.0% y 89.0%, respectivamente; no se presentaron diferencias estadísticas entre los dos últimos tratamientos, lo cual permite afirmar que a partir de los 75 días, las semillas alcanzan un aceptable nivel de madurez fisiológica que les permite mantener altos niveles de poder germinativos.

Se puede destacar la existencia de una alta relación entre el decrecimiento de los contenidos de humedad de las semillas con el incremento en el poder germinativo, lo cual es explicable, tal como lo afirman Carvalho y Nakagawa (1983), en que a través del tiempo, las semillas acumulan material fotosintético hasta un nivel en que se hace posible la independencia del fruto y la capacidad para originar a una nueva planta.

Emergencia de las semillas. La emergencia de plántulas normales en condiciones más adversas a las condiciones para la evaluación de la germinación, es una forma eficaz

para establecer realmente el vigor de las semillas, eliminando aquellas que no son capaces de romper el sustrato para salir a la superficie y aquellas que emergen pero que no son plántulas normales.

La prueba de Tukey (Tabla 4) mostró que aquellas semillas provenientes de frutos de 15 y 30 días tuvieron los menores valores de emergencia (0.0 y 3.0%) sin diferencias estadísticas entre ellos. Semillas provenientes de frutos de 75 y 90 días después de la antesis, mostraron los mayores valores de emergencia de plántulas normales (77.0 y 78.5%) sin diferencias estadísticas entre ellas.

Estas evaluaciones sobre la capacidad de emergencia de las semillas en un sustrato que incluye suelo, pueden considerarse como muy aproximadas a la valoración del vigor real de las semillas, ya que como lo afirma Perry (s.f.), existe consenso a nivel internacional, en el sentido de que cuando se colocan semillas en un medio que se asemeja al medio natural de cultivo, se tiene una expresión más real de su verdadero potencial.

Vigor de las semillas. En la evaluación de semillas, el vigor es una de las principales propiedades a tener en cuenta debido a que es un indicativo de la velocidad germinativa de las semillas unida a la capacidad de romper el sustrato para emergencia; además, según Delouche (1971), el vigor puede considerarse una prueba de la capacidad de desempeño de planta en el campo, es decir que semillas vigorosas darán origen a plantas vigorosas y más productivas.

La prueba de comparación de promedios de Tukey (Tabla 4) mostró que las semillas de 90 días contados a partir de la antesis presentaron un mayor vigor (4.61), con diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos.

Las semillas de 75 días, con 3.83 de índice de vigor, fueron superiores a las de 60, 45, 30 y 15 días, cuyos índices de vigor fueron de 2.06, 0.67, 0.10 y 0.00, respectivamente.

Estas observaciones coinciden con Criollo (1998), cuando afirma que las semillas, a pesar de alcanzar altos potenciales germinativos, como en este caso las semillas de 75 días, requieren de un periodo más prolongado para completar la acumulación de reservas, principalmente de almidones, que les permitan alcanzar un mayor vigor como las semillas de 90 días.

Madurez fisiológica de las semillas de P. peruviana. En la Figura 1 se puede observar la dinámica, a través del tiempo, de las variables: contenido de humedad, materia seca, porcentaje de germinación, emergencia y vigor de las semillas. Esta última variable se multiplicó por 10 para hacer visible su comportamiento en el gráfico.

El contenido de humedad comienza con los máximos valores y decrece paulatinamente hasta estabilizarse en semillas con 75 y más días de edad a partir de la antesis. Contrario a este comportamiento, las variables materia seca, germinación, emergencia y vigor, iniciaron con valores mínimos y se incrementaron hasta alcanzar valores máximos estables a partir de los 75 días después de la antesis.

Si se tienen en cuenta los criterios emitidos por Popinigis (1985) y por Miranda (1991), según los cuales la madurez fisiológica coincide con el punto de máximo contenido de materia seca, época en la cual se encuentra coincidencia con el máximo vigor y poder germinativos, se puede afirmar que las semillas de *P. peruviana* cosechadas en

condiciones de Botana, a partir de los 75 días, han alcanzado una adecuada madurez fisiológica y poseen las condiciones necesarias para mostrar un mayor potencial de desempeño en el campo, garantizando una mayor productividad.

Sin embargo, los máximos valores alcanzados en el índice de vigor en frutos de 90 días contados a partir de la antesis, permite establecer una mayor garantía de calidad fisiológica de semillas de uvilla con frutos de 90 días, ya que como lo afirma Carvalho y Nakagawa (1983), las semillas completamente maduras presentan un desarrollo físico y fisiológico que les garantiza la máxima expresión del vigor.

Mantener los frutos de *P. peruviana* por un tiempo superior a los 90 días, implica un mayor riesgo de perder calidad de sus semillas por daños climáticos o bióticos como las plagas y enfermedades.

CONCLUSIONES

El inicio en el cambio de coloración del cáliz del fruto de la uvilla (*P. peruviana*) es un claro indicio de su madurez fisiológica.

La mayor longitud y peso del fruto con cáliz, se alcanzó a los 75 días después de la antesis; sin embargo el diámetro y el peso del fruto sin cáliz solamente alcanzaron los valores máximos a los 90 días.

En el fruto, las semillas de *P. peruviana*, alcanzaron una humedad mínima del 31.9% cuando completaron una edad de 90 días a partir de la antesis. El cambio de color blanco a crema de las semillas de uvilla está asociado con su madurez fisiológica; a los 75 días después de la antesis se obtiene un 70% de semillas de color crema.

El poder germinativo y la emergencia de plántulas alcanzaron sus máximos valores a partir de los 75 días después de la antesis; sin embargo, el mayor vigor de las semillas de *P. peruviana*, se determinó a los 90 días después de la antesis.

Bajo las condiciones de producción de semillas en Botana, se puede establecer que las semillas de *P. peruviana* alcanzan su madurez fisiológica a partir de los 75 días después de la antesis.

Tabla 1. Análisis de varianza para las variables longitud (cm), diámetro (cm) y peso del fruto de *P. peruviana* (g), evaluada en frutos de diferentes edades.

FV	GL	Cuadrados medios		
		Longitud	Diámetro	Peso
Edad	5	1.13 **	22.42 **	24.43 **
Error	54	0.01	2.34	0.29
CV		8.94	6.43	29.36
R ²		0.87	0.92	0.88

** Diferencias altamente significativas

Tabla 2. Valores del diámetro (cm) y longitud del fruto (cm), peso del fruto con y sin cáliz (g), en diferentes épocas de evaluación (días después de la antesis=dda)

Época (dda)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso del fruto (g)
15	0.92a	0.90a	0.26a
30	1.14b	1.05b	0.53ab
45	1.28b	1.30c	1.06b
60	1.50c	1.59d	1.85c
75	1.70d	1.80e	3.22d
90	1.79d	1.98f	4.18e
Tukey _(0.05)	0.16	0.15	0.71

Promedios con diferente letra difieren estadísticamente

Tabla 3. Análisis de varianza para las variables contenido de humedad (%), germinación (%), emergencia (%) y vigor de semillas de *P. peruviana* (%), extraídas de frutos de diferentes edades.

FV	GL	Cuadrados Medios			
		Humedad	Germinación	Emergencia	Vigor
Edad	5	2149.01 **	5908.4 **	5146.2 **	15.52 **
Error	18	17.90	39.22	16.05	0.05
CV		6.90	14.91	10.56	11.83
R ²		0.98	0.97	0.99	0.99

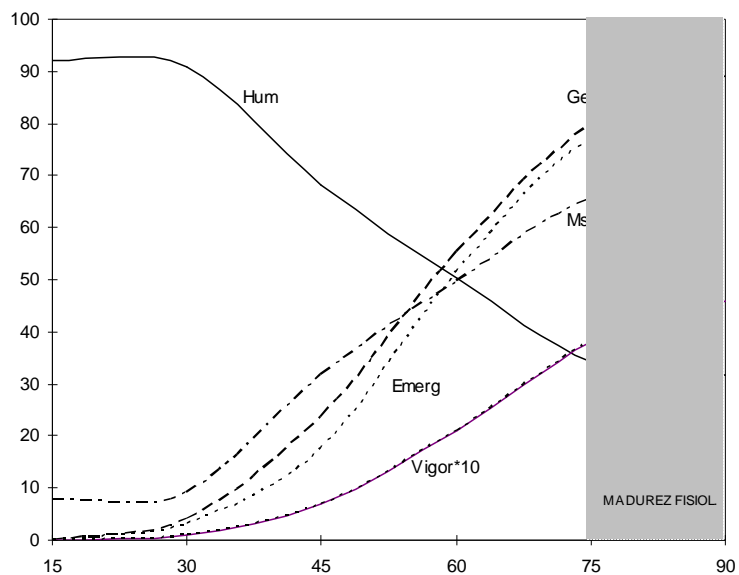
** Diferencias altamente significativas

Tabla 4. Contenido de humedad de semillas (%), poder germinativo (%), emergencia (%) y vigor de semillas de *P. peruviana* provenientes de frutos de diferentes edades.

DDA	%Humedad	%Germinación	%Emergencia	Vigor
15	92.07a	0.00a	0.00a	0.00a
30	90.77a	4.00a	3.00a	0.10a
45	68.28b	23.50b	17.50b	0.67b
60	50.31c	55.50c	51.50c	2.06c
75	34.21d	80.00d	77.00d	3.83d
90	31.92d	89.00d	78.50d	4.61e

Promedios con diferente letra difieren estadísticamente

Figura 1. Dinámica de la madurez fisiológica de semillas de *P. peruviana*, a través del tiempo de su maduración.



BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, R. Y PESKE, S. Manual para el beneficio de semillas. Cali, Colombia: CIAT, 1988. 356 p.

ALVARENGA, E. Maturacao fisiológica de sementes de abobora italiana. Revista Brasileira de sementes 13(2):147-150, 1991.

CARVALHO, N. y NAKAGAWA, J. Sementes: ciencia, tecnologia e producao. 2ª. ED. Campinas, Crgill. 1983. 429p.

COLLAZOS, O. Manejo agronómico de materiales de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la región de Tierradentro, Departamento del Cauca. CORPOICA, Cartilla ilustrada No. 31, 2000. 17 p.

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES Y DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN NACIONAL. Análisis internacional del sector hortofrutícola para Colombia. Editorial El Diseño. Bogotá, 1994, pág. 165.

CRIOLLO, H. Determinación de la madurez fisiológica y potencial de almacenamiento de semillas de zapallo (*Cucúrbita moschata*) (Duch. ex Lam) (Duch. ex Poir), variedad Bolo verde. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, 1998. 121 p.

DELOUCHE, J. Determinants of seed quality. Seed Technology Laboratory. Missisipi State University, Missisipi, 1971.

ESPAÑA. Ministerio de Agricultura. Reglas internacionales para ensayos de semillas. Madrid: Danubio, 1977. 182 p.

FISCHER, G. Aspectos fisiológicos del desarrollo de la uchuva *Physalis peruviana* L. En memorias IV Seminario Nacional Recursos Vegetales Promisorios. Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 1989. Pp. 9-19.

GUPTA, S. y ROY, S. The floral biology of cape gooseberry *Physalis peruviana* L. Solanacea. Indian Journal of Agricultural Science. 51(5):353-355, 1981.

LEGGE, A. Notes on the history, cultivation and uses of *Physalis peruviana* L, en Journal of the Royal Horticultural Society. 1974. PP 310-314.

LUTTE, U.; KLUGE, M y BAUER, G. 1993. Botánica. Madrid : McGrawHill, 1993. 572 p.

MILTHORPE, F. y MOORBY, J. Introducción a la fisiología de cultivos. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur. 259 p. 1982.

MIRANDA, F. Madurez fisiológica de semillas. En: Lecturas selectas de Fisiología vegetal. Editado por Luis Vicente Malaver, Palmira. Pp.:13-20. 1991.

PERRY, D. Metodología y aplicación de los ensayos de vigor. En: Manual de métodos de ensayos de vigor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España, sf. 56p.

POPINIGIS, F. Fisiología da semente. 1985. 2ª ed. Brasilia. 289 p.

SANDHU, A; SINGH, S; MINHAS, P Y GREWAL,G. Rhizogenesis of shoot cutting of raspberry (*Physalis peruviana* L.). Indian Journal of Horticulture. 46(3): 376-378, 1989.

VALENCIA, M. Anatomía del fruto de la uchuva, en Acta Biológica Colombiana 1(2), 1985. Pp. 63-69.

VERHEIJ, E Y CORONEL, R. Plant resources of South-East Asia. Editorial Pudoc Wageningen, 1991. Pp 254-256

VILLAMIZAR, F; RAMÍREZ, A Y MENES, M. 1993. Estudio de caracterización física, morfológica y fisiológica poscosecha de la uchuva *Physalis peruviana* L., en Agro Desarrollo 4 (1-2), págs. 305-320.