

**EVALUACION DE DIFERENTES HORARIOS DE POLINIZACION ARTIFICIAL
EN UVILLA (*Physalis peruviana L.*) BAJO CONDICIONES DE CAMPO DE
LA GRANJA DE BOTANA, MUNICIPIO DE PASTO**

**MARIA MERCEDES ORDOÑEZ ERAZO
LUZMILA RUANO GAVIRIA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PASTO – COLOMBIA**

2002

**EVALUACION DE DIFERENTES HORARIOS DE POLINIZACION ARTIFICIAL
EN UVILLA (*Physalis peruviana L.*) BAJO CONDICIONES DE CAMPO DE LA
GRANJA DE BOTANA, MUNICIPIO DE PASTO**

MERCEDES ORDOÑEZ ERAZO

LUZMILA RUANO GAVIRIA

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO AGRONOMO**

Presidente de Tesis

TULIO CÉSAR LAGOS BURBANO IA., M.Sc

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO - COLOMBIA**

2002

“La ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo 1º del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Tulio César Lagos, Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

Carlos Mosquera Quijano, Ingeniero Agrónomo. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

Hernando Criollo Escobar, Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

Olga Insuasty, Ingeniero Agrónomo. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

German Artega Meneses, Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

Línea de Investigación de Frutales Andinos.

Sistemas de Investigaciones (VIPRI).

Granja de Botana, Universidad de Nariño.

Facultad de ciencias Agrícolas.

Todas las personas que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios.

Mi Madre Elena Eraso

Mi Padre Guillermo Ordóñez

Mis Hermanos

MARIA MERCEDES ORDÓÑEZ

DEDICATORIA

A Dios.

A Mis padres, Luis Felipe Ruano y María Gaviria

Mis Hermanos, Margarita, Jorge, Luis Alfredo, Silvio y Arbey

A la Memoria de Jesús Ruano .

A mis cuñadas Blanca y Myriam .

LUZMILA RUANO GAVIRIA

CONTENIDO

| | pág. |
|--|------|
| INTRODUCCION | 24 |
| 1. MARCO TEORICO | 26 |
| 1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y ECOLOGÍA DE LA UVILLA | 26 |
| 1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA | 27 |
| 1.3 BIOLOGÍA FLORAL | 28 |
| 1.4 POLINIZACIÓN | 29 |
| 1.5 HIBRIDACIÓN | 31 |
| 1.6 TRABAJOS EN UVILLA | 32 |
| 2. DISEÑO METODOLOGICO | 34 |
| 2.1 LOCALIZACIÓN | 34 |
| 2.2 MATERIAL VEGETAL | 34 |
| 2.3 VARIABLES EVALUADAS | 34 |
| 2.3.1 Descripción de la flor | 34 |
| 2.3.2 Tiempos hasta formación de frutos | 35 |
| 2.3.2.1 Yema floral – antesis | 35 |
| 2.3.2.2 Antesis a cuajamiento del fruto | 35 |
| 2.4 POLINIZACIÓN ARTIFICIAL | 37 |
| 2.4.1 Eficiencia de la hibridación (EH) | 39 |

| | pág. |
|--|-------------|
| 2.4.1.1 Número de semillas por fruto (SPF) | 39 |
| 2.4.1.2 Peso por fruto (PPF) | 39 |
| 2.4.2 Calidad de la semilla obtenida | 39 |
| 2.5 ÁREA EXPERIMENTAL | 41 |
| 2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL | 41 |
| 2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 41 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSION | 42 |
| 3.1 ETAPA DE DESARROLLO DE LA YEMA FLORAL | 42 |
| 3.2 CRECIMIENTO DE YEMA FLORAL – ANTESIS – CUAJAMIENTO | 44 |
| 3.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FLOR DE LA UVILLA | 49 |
| 3.3.1 Descripción morfológica de la flor | 51 |
| 3.3.2 Diagrama floral de <i>Physalis peruviana</i> | 54 |
| 3.3.3 Fórmula floral de la uvilla | 55 |
| 3.4 POLINIZACIÓN ARTIFICIAL | 56 |
| 3.4.1 Eficiencia de la hibridación (EH) | 56 |
| 3.4.2 Peso por fruto (PPF) | 60 |
| 3.4.3 Número de semillas por fruto (SPF) | 61 |
| 3.4.4 Porcentaje de germinación (PG) | 62 |
| 3.4.5 Velocidad de germinación (VG) | 66 |
| 3.4.6 Viabilidad de la semilla | 67 |

| | pág. |
|---------------------------|-------------|
| 4. CONCLUSIONES | 70 |
| 5. RECOMENDACIONES | 71 |
| BIBLIOGRAFIA | 72 |
| ANEXOS | 78 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Análisis de varianza para las variables EH, PPF y SPF | 57 |
| Tabla 2. Prueba de comparación de medias (DMS) para las variables EH, PPF y SPF | 59 |
| Tabla 3. Análisis de varianza para las variables PG y VG | 64 |
| Tabla 4. Prueba de comparación de medias (DMS) para las variables PG y VG | 65 |
| Tabla 5. Resultados de la prueba de viabilidad | 68 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Expulsión de la corola al ocurrir el cuajamiento del fruto | 36 |
| Figura 2. Técnicas emasculación y polinización artificial en uvilla | 38 |
| Figura 3. Desarrollo y crecimiento de yema floral en <i>Physalis Peruviana</i> bajo condiciones de la granja de Botana | 43 |
| Figura 4. Desarrollo de la yema floral de <i>Physalis peruviana</i> | 44 |
| Figura 5. Crecimiento de yema floral a cuajamiento de fruto en <i>Physalis Peruviana</i> bajo condiciones de la granja de Botana | 45 |
| Figura 6. Crecimiento de yema floral a cuajamiento de fruto en <i>Physalis Peruviana</i> bajo condiciones de la granja de Botana | 46 |
| Figura 7. Etapa de yema floral, anthesis y cuajamiento del fruto en <i>Physalis Peruviana</i> bajo condiciones de la granja de Botana | 48 |

| | pág. |
|---|-------------|
| Figura 8. Morfología de la flor de <i>Physalis peruviana</i> | 50 |
| Figura 9. Corola y cáliz de la flor de <i>Physalis peruviana</i> | 52 |
| Figura 10. Estambres de la flor de <i>Physalis peruviana</i> | 53 |

LISTA DE ANEXOS

| | pág. |
|--|-------------|
| Anexo A. Resultados de las variables evaluadas EH, PPF, SPF, GP y VG | 79 |
| Anexo B. Análisis de regresión y varianza para el largo de la yema floral | 80 |
| Anexo C. Análisis de regresión y varianza para el ancho de la yema floral | 81 |
| Anexo D. Datos de campo para yema floral – antesis – cuajamiento de fruto | 82 |

GLOSARIO

ANTESIS: dispersión de los granos del polen al hacer dehiscencia las anteras durante la floración.

ALOGAMA: es la planta que se origina cuando el polen es transportado al estigma de una flor ya sea de la misma planta o de otra, originando poblaciones heterocigóticas.

AUTOGAMA: es la planta que se origina por la fecundación de los óvulos con polen de la misma.

CONSANGUINIDAD: parentesco de varias plantas que descienden de un mismo padre.

COROLA: segundo verticilo floral que cubre los órganos internos de la flor (estambres y el pistilo).

CLEISTOGAMIA: planta o especie totalmente autógena cuya polinización se realiza en flores cerradas para su autofecundación.

DEHISCENCIA: modo de abrirse naturalmente un órgano cerrado.

EXOGENIA: unión de gametos de individuos no aparentados o de individuos genéticamente diferente.

FECUNDACION: unión de los gametos masculino y femenino, para formar un nuevo individuo que manifiesta los caracteres respecto a su morfología y fisiología.

GENETICA: parte de la biología, que estudia los caracteres anatómica, citológicos y funcionales entre los padres e hijos.

HERMAFRODITA: flores que presentan los dos sexos masculino y femenino en la misma flor.

HIBRIDACION: acción de realizar cruces, para transferir genes o cromosomas o para aprovechar efectos de heterosis.

HOMOCIGOTO: célula o individuo en cuyos dos pares de cromosomas se encuentran sus dos genes dominantes o sus dos genes recesivos en un mismo locus.

POLEN: polvo muy fino contenido en las anteras de la flor, que fecunda al ovario.

PUBESCENTE: veloso, cubierto de vellos.

VIABILIDAD: capaz de vivir y desarrollarse normalmente en circunstancias apropiadas para su germinación.

RESUMEN

El presente estudio se realizó entre marzo – diciembre del 2001, en el jardín de conservación de los recursos genéticos de la uvilla (*Physalis peruviana L.*) de la Facultad de Ciencias Agrícolas, en la granja experimental de Botana de la Universidad de Nariño, para evaluar el tiempo transcurrido de yema floral – antesis – cuajamiento del fruto, eficiencia de la hibridación (EH), peso por fruto (PPF), semillas por fruto (SPF) y velocidad de germinación (VG), la granja se encuentra ubicada a 2820 msnm, con temperatura promedio anual de 12,6° C, precipitación pluvial promedio anual de 820 mm/año y humedad relativa de 79%.

En el desarrollo de la yema floral se tomaron las medidas de largo y ancho de yemas florales, los valores promedios se encuentran desde 0,3 cm hasta 1,0 cm de largo y 0,1 cm hasta 0,55 cm de ancho, durante 35 días.

En el estado de yema floral - antesis el tiempo que tardó la yema floral en abrir y emitir polen (antesis) fue de cuatro días; el cuajamiento del fruto se dio cuando la corola fue expulsada lo cual ocurrió dos días después de la antesis; por lo tanto el tiempo transcurrido de yema floral a cuajamiento del fruto fue de 41 días.

En la etapa de polinización artificial se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones/tratamiento; los tratamientos correspondieron a los horarios de polinización H1(8 am a 10 am), H2 (10 am a 12 m), H3 (12 m a 2 pm) y H4 (2 p m a 4 pm); se evaluaron las variables eficiencia de la hibridación (EH), peso por fruto (PPF), número de semillas por fruto (SPF) , porcentaje de germinación (PG), velocidad de germinación (VG) y viabilidad de las semillas.

En la variable eficiencia de la hibridación (EH) se obtuvo que los mejores horarios para realizar polinización artificial fueron H4 (2 pm a 4 pm) y H3 (12 m a 2 pm), llegando estos a presentar los mayores promedios con 45 y 43,12 %, con relación al H1 (8 am a 10 am) y H2 (10 am a 12 m) que obtuvieron 29,37 y 31,87 % respectivamente.

En la variable peso por fruto (PPF) se obtuvo que el mejor tratamiento fue el H3 (12 m a 2 pm), que presento un promedio de 5,1 g/fruto.

Respecto al número de semillas por fruto (SPF) no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

En cuanto a los horarios de polinización artificial H3 y H4 con 68,94% y 66,93% respectivamente presentaron los mejores promedios en porcentaje de germinación y en velocidad de germinación los mejores promedios también los presentan el H4 y H3 con 23,63 y 22,95.

SUMMARY

The present study was accomplished between March - December of the 2001, in the conservation garden of the genetic resources of the uvilla (*Physalis peruviana* L.) of the Agricultural Sciences Faculty, in the experimental farm of Botana of the University of Nariño, to evaluate the elapsed time of floral yolk - antesis - cuajamiento of the fruit, efficiency of the hibridación (EH), weight by fruit (PPF), seeds by fruit (SPF) and germination speed (VG), the farm is found located to 2820 msnm, with temperature annual average of 12,6th C, pluvial rainfall annual average of 820 mm/year and relative dampness of 79%.

In the development of the floral yolk were taken the measures of long and broad of floral yolks, the average values are found from 0,3 cm until 1,0 cm of long and 0,1 cm until 0,55 cm of broad, during 35 days.

In the floral yolk state - antesis the time that slow the floral yolk in opening and issuing pollen (antesis) was of four days; the cuajamiento of the fruit was given when the corolla was expelled something which occurred two days after the antesis; therefore the elapsed time of floral yolk to cuajamiento of the fruit was of 41 days.

In the artificial pollination stage was used the blocks design at random with four repetitions/treatment; the treatments corresponded to the pollination

schedules H1(8 am to 10 am), H2 (10 am to 12 m), H3 (12 m to 2 pm) and H4 (2 pm to 4 pm); they were evaluated the variable efficiency of the hibridación (EH), weight by fruit (PPF), number of seeds by fruit (SPF) , percentage of germination (PG), germination speed (VG) and viability of the seeds.

In the variable efficiency of the hibridación (EH) was obtained that the better hourly to accomplish artificial pollination were H4 (2 pm to 4 pm) and H3 (12 m to 2 pm), arriving these to present the greater averages with 45 and 43,12 %, to relationship to the H1 (8 am to 10 am) and H2 (10 am to 12 m) that obtained 29,37 and 31,87 % respectively.

In the variable weight by fruit (PPF) was obtained that treatment the best was the H3 (12 m to 2 pm), that I present an average of 5,1 g/fruit.

Respect to the number of seeds by fruit (SPF) were not presented differences meaningful statistics between the treatments.

Concerning the artificial pollination schedules H3 and H4 with 68,94% and 66,93% respectively presented the better averages in percentage of germination and in germination speed the better averages also present them the H4 and H3 with 23,63 and 22,95.

INTRODUCCION

La uvilla (*Physalis peruviana L.*) es una especie frutícola originaria de la región Andina, que tiene una gran importancia dentro de las frutas exóticas; constituyéndose en un recurso valioso para los agricultores del departamento de Nariño.

La uvilla como recurso genético se encuentra en estado silvestre y semidomesticado, presenta buenas características de sabor, aroma y contenido nutricional. Debido a sus altas potencialidades presenta gran demanda en el mercado exterior; para el año 2000 Colombia exportó 1850 Ton/año de fruta fresca, destinados principalmente a la unión europea especialmente a los países de Holanda, Alemania, Gran Bretaña y Francia cuyas utilidades se aproximan a los 7.4 millones de dólares (ICA, 2001, 8).

Los estudios en uvilla son escasos, principalmente, en aspectos relacionados con la genética y mejoramiento genético, por lo anterior es necesario establecer algunos métodos de polinización artificial para involucrar el método de hibridación en programas de mejoramiento genético de la especie.

En el departamento de Nariño la uvilla no ha sido utilizada para establecer cultivos comerciales, sin embargo, en otros departamentos como Boyacá y

Cundinamarca la fruta se cultiva con fines de exportación, aprovechando su gran potencial como cultivo exótico en mercados extranjeros.

El presente trabajo se realizó considerando los siguientes objetivos:

1. Identificar las características de la morfología floral y fases de la apertura floral, anthesis y polinización de la uvilla (*Physalis peruviana*).
2. Evaluar la técnica de hibridación artificial (emasculación) con el fin de establecer el mejor horario de polinización para el cultivo de la uvilla (*Physalis peruviana*).

1. MARCO TEORICO

1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y ECOLOGÍA DE LA UVILLA

Según Cronquist (1981, 895), la clasificación taxonómica de la uvilla (*Physalis peruviana*) corresponde a:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Angiospermaea

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Genero: *Physalis*

Especie: *Physalis peruviana*

De acuerdo a la FAO (1982), citada por Fischer y Almanza (1993,79), la uvilla crece entre los 800-3000 msnm; en Colombia se encuentra en regiones que van entre 1600-2800 msnm, con plantaciones comerciales establecidas especialmente en Cundinamarca y Boyacá. Este cultivo registra buen comportamiento agronómico en regiones ubicadas entre 2400-3400 msnm, con temperaturas que oscilan entre

8 y 14° C y con precipitación pluvial de 600 mm/año, prefiere suelos de reacción neutra con texturas livianas y buen contenido de materia orgánica.

1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La uvilla presenta un crecimiento arbustivo, con raíz fibrosa, la cual puede penetrar entre 50 a 60 cm en el suelo; el tallo es verde quebradizo y pubescente, textura muy suave al tacto, el crecimiento de las ramas es indeterminado debido a que éstas terminan en yema vegetativa; las hojas están dispuestas alternamente y son enteras, acorazonadas y pubescentes; la flor es hermafrodita, pentámera y con corola tubular amarilla, cáliz gamosépalo persistente y ovario súpero. El fruto es una baya globosa u ovoide, carnosa de color amarillo y con abundantes semillas de color cremoso (López, 1978; Fischer y Almanza, 1993, 79).

Según Ibarra y Jurado (1989, 6) la flor de la uvilla presenta un cáliz de color verde, vellosos, con manchas moradas sobresalientes. La corola es íntegramente soldada de color amarillo con cinco puntos morados en el fondo, glabra por dentro, con una línea de pelos por fuera y con bordes ciliados, flores axilares; las anteras son oblongas, biloculadas con dehiscencia lateral; filamentos glabros adheridos a la corola y tan largos como las anteras. El polen es amarillo globoso y ovoide.

Según Hejeile e Ibarra(2001, 43), el estigma de la flor de la uvilla es amarillo verdoso, sin mayor variabilidad. El ovario presenta una tonalidad que se encuentra entre amarillo verdoso y verde.

1.3 BIOLOGÍA FLORAL

En algunas plantas, la iniciación floral está determinada por el genotipo, mientras que en otras, el genotipo puede interrelacionarse con los componentes del ambiente, como por ejemplo, el fotoperiodo o la temperatura. En ambos casos la planta debe haber alcanzado su plena madurez fisiológica (Zuluaga, 1994).

Según Holman y Robbins (1965), una flor es un tallo, generalmente una rama que tiene hojas adaptadas a la reproducción; estas hojas florales son diferentes a las del follaje, se encuentran agrupadas y no distribuidas a lo largo del tallo, normalmente no existen yemas en las axilas de las hojas florales. Algunas de estas producen polen y otras llevan los óvulos que pueden desarrollarse en semillas.

De acuerdo con Hejeile e Ibarra (2001, 41), la uvilla posee un tallo cilíndrico y herbáceo, la flor posee cinco lóbulos es de tipo regular o actinomorfa, radiada. En el androceo la unión del filamento con la antera es de tipo basifija, el filamento se une en la parte baja del estambre, la salida del polen generalmente es de tipo

dorsal. El gineceo súpero, pentámetro, cáliz gamosépalo, con cinco lóbulos de color verde oscuro, ovario súpero, flores axilares.

1.4 POLINIZACIÓN

La polinización es un proceso que ocurre cuando la antera esta madura y presenta dehiscencia (apertura) dejando en libertad los granos de polen, los cuales deben ser transportados hasta el estigma receptivo de la misma flor o de otra flor de la misma especie (López, 1995).

Con respecto a la forma de polinización hay dos clases de plantas: autógamas y alógamas. Las poblaciones de plantas autógamas consisten generalmente en una mezcla de líneas homocigóticas bastante relacionadas y no obstante crecen próximas, permanecen más o menos independientes en la reproducción; las plantas alógamas son poblaciones con polinización y fecundación cruzada que comparten un mismo conjunto de genes (Uribe, 1991,44).

Santana y Angarita (1999, 1), afirman que la uvilla es una planta alógama, que presenta polinización cruzada a través de vectores como el viento o algunos insectos como la abeja. *Physalis peruviana L.*, se propaga principalmente por semilla, presenta una gran variabilidad fenotípica en la población. Estas características no son deseadas, cuando lo ideal es obtener variedades

comerciales uniformes, de alta productividad y con un habito particular de crecimiento (Bernal, 1986. 3).

De acuerdo al tipo de planta, sea autógama o alógama se define el método de mejoramiento genético, por que, aunque algunos métodos de mejoramiento se aplican con mayor eficiencia en las plantas autógamas, también pueden aplicarse en plantas alógamas; lo importante según Allard (1967,56), es tener en cuenta que la diferencia entre estos dos grupos es debido a la influencia de la consanguinidad y de la exogamia en las estructuras genéticas de las poblaciones. Todas las plantas en las poblaciones de especies alógamas son heterocigóticas y sin excepción, la consanguinidad prolongada produce una disminución del vigor y otros efectos perjudiciales. Los tipos de polinización cruzada pueden ser anemófilicas (viento), zoofilicas (animales), hidrofilicas (agua) y artificial (Uribe, 1991,45).

La polinización artificial es importante en el mejoramiento como un mecanismo para el control en el sistema de reproducción, tanto para favorecer la consanguinidad como la exogamia. En general, es menos difícil conseguir esquemas eficientes de consanguinidad que de exogamia debido que los primeros no requieren diversidad genética entre los individuos. Casi siempre las restricciones de la exogamia son impuestas bien sea por la cleistogamia o por mecanismos de efectos similares (Allard, 1967,61).

1.5 HIBRIDACIÓN

La hibridación artificial es llevada a cabo por el hombre con el objeto de formar una población con alta variabilidad genética para los caracteres de interés, y este es el primer paso en un programa de mejoramiento de un cultivar (Fehr, 1987, 46).

Las poblaciones segregantes para el mejoramiento de un cultivar pueden provenir del cruce entre dos padres o de muchos padres. El número de padres utilizados depende de los objetivos del programa de mejoramiento (Fehr, 1987, 47).

De acuerdo a Borojevic (1990, 32), el éxito del mejoramiento de las plantas depende de la escogencia de los parentales y de los métodos de cruzamiento, además del número de combinaciones en la generación F1 y el número de plantas cultivadas en la F2.

Según Robles (1986, 184), en muchos cultivos se tienen ya los métodos y técnicas para emasculación y polinización; por ejemplo, Vallejo (1999, 107) explica todos los aspectos relacionados con la morfología floral, los factores que intervienen en la polinización controlada y la forma de efectuar un cruzamiento entre dos cultivares de tomate de carne (*Lycopersicon esculentum*).

Según el mismo autor la metodología de polinización controlada para producir semillas híbridas de tomate se desarrolló en dos etapas la una que consistió en la

exploración de dos formas de masculación y dos formas de obtener el polen y la otra en la que se definió una forma de masclar y otra para obtener el polen; para efectuar los cruzamientos entre dos cultivares el autor afirma que se selecciona el cultivar que servirá de madre, flores que no estuvieran abiertas cuya antesis ocurrirá al día siguiente y el polen es recolectado de flores abiertas que presentan antesis. La polinización artificial mediante la técnica de esmaculación puede efectuarse poniendo en contacto el polen con la superficie estigmática.

Poehlman (1971, 234) en su libro Mejoramiento Genético de las Cosechas explica la forma de emasclar, polinizar y producir híbridos en forma artificial en trigo, avena, cebada, arroz, lino, tabaco, soya, maíz, sorgo, algodón, remolacha azucarera y plantas forrajeras.

1.6 TRABAJOS EN UVILLA

Con respecto a los trabajos en *Physalis peruviana L.*, realizados por la Universidad de Nariño pueden destacarse el de Hejeile e Ibarra (2001), quienes realizaron la Colección y caracterización de recursos genéticos de uvilla (*Physalis peruviana L.*) en algunos municipios del sur del departamento de Nariño; con este trabajo, se logró la colección de los materiales regionales del departamento de Nariño, en los cuales encontraron que los materiales UN25, UN22, UN17, UN21, UN35, UN31 y UN5, fueron los materiales que presentaron los frutos más grandes de la colección y plantas más vigorosas.

Ibarra y Jurado (1989), evaluaron diferentes distancias de siembra, determinando que los mayores rendimientos de la uvilla, estuvieron directamente relacionados con los índices de área foliar y población por unidad de superficie; además de esto concluyeron que la distancias de siembra utilizadas no afectaron el grado de enmalezamiento del cultivo, indicándose una predominancia de malezas de hoja ancha.

Por otra parte Criollo et al (2001), realizaron, la clasificación jerárquica de los materiales con base en las variables de producción, seleccionando los materiales UN-49 de Yaquanquer, UN-40 de Potosí, UN-26 de la Laguna y UN-25 de Buesaquillo, como los de mayor productividad y tamaño de frutos.

Luna (1992), realizo un estudio sobre el efecto de varios sistemas de podas en el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana L*), quien determino que la producción en la primera cosecha no se ve afectada por la practica de poda, asi como también el rendimiento y calidad de la uvilla, encontró que el mayor ingreso neto se obtuvo con el testigo sin poda, debido a que las plantas llegan a su máximo rigor; es posible que el efecto de la poda en uvilla se muestre con mayor incidencia en cosechas posteriores, en las cuales empiezan a acumularse ramas improductivas.

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja experimental Botana de la Universidad de Nariño, municipio de Pasto, departamento de Nariño, ubicada a una altura de 2820 msnm, con temperatura promedio de 12,6⁰C, 900 horas sol/año, precipitación pluvial promedio de 820 mm/año y humedad relativa del 79% (IDEAM, 2001).

2.2 MATERIAL VEGETAL

El material vegetal experimental con el cual se efectuó el presente estudio, correspondió al jardín de conservación de los recursos genéticos de uvilla de la granja experimental de Botana, Universidad de Nariño en el año 2000.

2.3 VARIABLES EVALUADAS

2.3.1 Descripción de la flor. Del jardín de colecta se marcaron al azar 100 botones florales, con el fin de describir algunas características morfológicas de las diferentes etapas del desarrollo de este órgano reproductivo, obteniendo así el diagrama y la fórmula floral.

2.3.2 Tiempos hasta la formación de frutos. De la zona experimental se midieron los tiempos desde yema floral, antesis, cuajamiento del fruto.

Para realizar estas evaluaciones se utilizaron plantas correspondientes a 24 materiales que según Herjeile e Ibarra (2001, 44) están agrupados en el cluster dos, los cuales son: UN23, UN12, UN33, UN2, UN47, UN45, UN8, UN32, UN3, UN10, UN46, UN36, UN7, UN21, UN27, UN26, UN30, UN37, UN48, UN14, UN35, UN43, UN11 y UN5; de estos se tomaron 300 yemas marcadas al azar.

2.3.2.1 Yema floral – antesis. Para esta etapa se tomaron 100 yemas florales en diferentes materiales; se realizó el conteo del número de días transcurridos entre el estado de yema floral y la apertura de la flor que fue cuando la yema floral presentó una total apertura (flores totalmente abiertas), así como también cuando ocurrió la antesis, que es la maduración de las anteras donde se abrieron y dejaron libres los granos del polen.

2.3.2.2 Antesis a cuajamiento del fruto. Sobre 100 yemas florales marcadas, se registro el número de días que transcurren entre la antesis y el cuajamiento del fruto, que fue cuando la flor de uvilla expulsó su corola e inició el crecimiento del ovario junto con su caliz. (Figura 1).

Figura 1. Expulsión de la corola al ocurrir el cuajamiento del fruto.



2.4 POLINIZACIÓN ARTIFICIAL

Con base en los datos provenientes del punto anterior (2,3) se definió el estado de madurez del polen, se tomaron flores que estuvieran semiabiertas y que no presentaran ningún signo de apertura de las anteras (dehiscencia); según esto se procedió a evaluar el mejor horario de polinización o hibridación artificial; la técnica utilizada fue la emasculación de las anteras de la flor de uvilla, posteriormente se polinizó y cubrió con papel glacine.

Los tratamientos correspondieron a los horarios de polinización que fueron:

H₁: 8 am a 10 am.

H₂: 10 am a 12 m.

H₃: 12 m a 2 pm.

H₄: 2 pm a 4 pm.

De cada planta se emascularon 10 flores que actuaron como hembras, el polen se tomó al azar de los materiales UN17, UN34, UN38 y UN41 cuyas flores actuaron como machos en estado de antesis; las flores polinizadas se marcaron

con etiquetas de 1 cm de ancho x 1,5 cm de largo y posteriormente se cubrieron con bolsas de glaciene de 4,5 cm ancho x 5,5 cm largo (Figura 2)

Figura 2. Técnicas de emasculación y polinización artificial en uvilla,



2.4.1 Eficiencia de la hibridación. La eficiencia de la hibridación (EH), se tomó con base en la siguiente relación:

$$EH = (CE/ TC) \times 100$$

Donde:

EH: Eficiencia de la hibridación.

CE: Números de cruces efectivos (correspondió al número de frutos cuajados).

TC: Total de cruces.

2.4.1.1 Número de semillas por fruto. Se tomaron cinco frutos maduros de cada tratamiento en los cuales la polinización fue efectiva, se realizó el conteo de las semillas formadas en cada uno de los frutos y se sacó el promedio.

2.4.1.2 Peso por fruto. Se tomaron cinco frutos maduros de cada tratamiento en los cuales la polinización fue efectiva, se peso los frutos y se sacó el promedio.

2.4.2 Calidad de la semilla obtenida. De cinco frutos maduros de cada tratamiento en los cuales la polinización fue efectiva, y se obtuvo semilla; se midió la calidad de esta con base en las siguientes variables:

- Germinación: con las semillas obtenidas se realizaron pruebas de germinación con 50 semillas/repetición con cuatro repeticiones y un testigo el cual no fue polinizado artificialmente.

- Viabilidad: con las semillas seleccionadas se hizo la prueba de Tetrazolio al 1%, para saber si la semilla es viable; se tomaron 100 semillas por tratamiento, se estableció la viabilidad de la semilla de acuerdo a la coloración que tomó la semilla después de realizarle un corte y someterla a la prueba de Tetrazolio.

- Vigor: según Criollo, Lagos y Narváez (2000, 174), se tiene en cuenta la velocidad de germinación, estableciendo el vigor de germinación, a través de la siguiente ecuación:

$$VG = (N_1 \times 1) + (N_2 - N_1) \times \frac{1}{2} + \dots + ((N_n - (N_{n-1})) \times \frac{1}{n})$$

Donde:

VG = Velocidad de Germinación.

N = Número de semillas germinadas.

N₁ = Número de semillas germinadas en el primer día.

N₂ = Número de semillas germinadas en el segundo día.

n = Tiempo.

2.5 AREA EXPERIMENTAL

El área experimental correspondió a 153,6 m² del jardín de colección en la granja de Botana; la parcela experimental fue 6 m x 12,8 m por cuatro bloques y la parcela útil se formó con dos plantas por tratamiento que ocupan 2,4 m x 1,60 m; el número de muestras por tratamiento fue de 80.

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques completos al azar, en donde los tratamientos correspondieron a los horarios de polinización y las repeticiones correspondieron a los cuatro bloques, en los cuales se encontraron las flores que actuaron como hembras.

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las variables evaluadas se realizó el Análisis de Variancia (ANDEVA) bajo el modelo Bloques completos al azar y para la comparación de los promedios se empleo la prueba de comparación de medias (DMS); para aquellos tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas; para la variable porcentaje de germinación se realizo la transformación de los datos mediante: $Y = \text{Arcoseno}\sqrt{PG/100}$, para normalizar las observaciones.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 ETAPA DEL DESARROLLO DE LA YEMA FLORAL

En la Figura 3 se observa el crecimiento de la yema floral a lo largo y ancho, igualmente se puede apreciar que en el día cero la mayoría de yemas iniciaron su crecimiento partiendo de 0,3 cm hasta llegar a 1 cm de largo en el día 35. De igual manera las yemas parten en el día cero con 0,1 cm de ancho hasta llegar a 0,55 cm en el día 35 (Anexo D).

Al finalizar la evaluación la mayoría de las yemas alcanzaron el estado de botón floral, en donde llegaron a su máximo crecimiento e iniciaron otra etapa floral (Figura 4).

Como puede observarse en el análisis de regresión (Anexo ByC), la relación entre el largo y ancho con el tiempo es altamente significativa, ajustada a un modelo lineal de la forma $Y = a + bx$, donde para el largo correspondió a: $Y = 0,31 + 0,0175\text{días}$ y para el ancho $Y = 0,0136 + 0,011\text{días}$. En ambos casos el modelo lineal explica en un 99,37% y en un 95,46%, la variabilidad del largo y ancho de la yema floral, respectivamente.

Figura 3. Etapas de desarrollo y crecimiento de la yema floral en *Physalis peruviana* bajo condiciones de la granja de botana(Pasto, 2001)

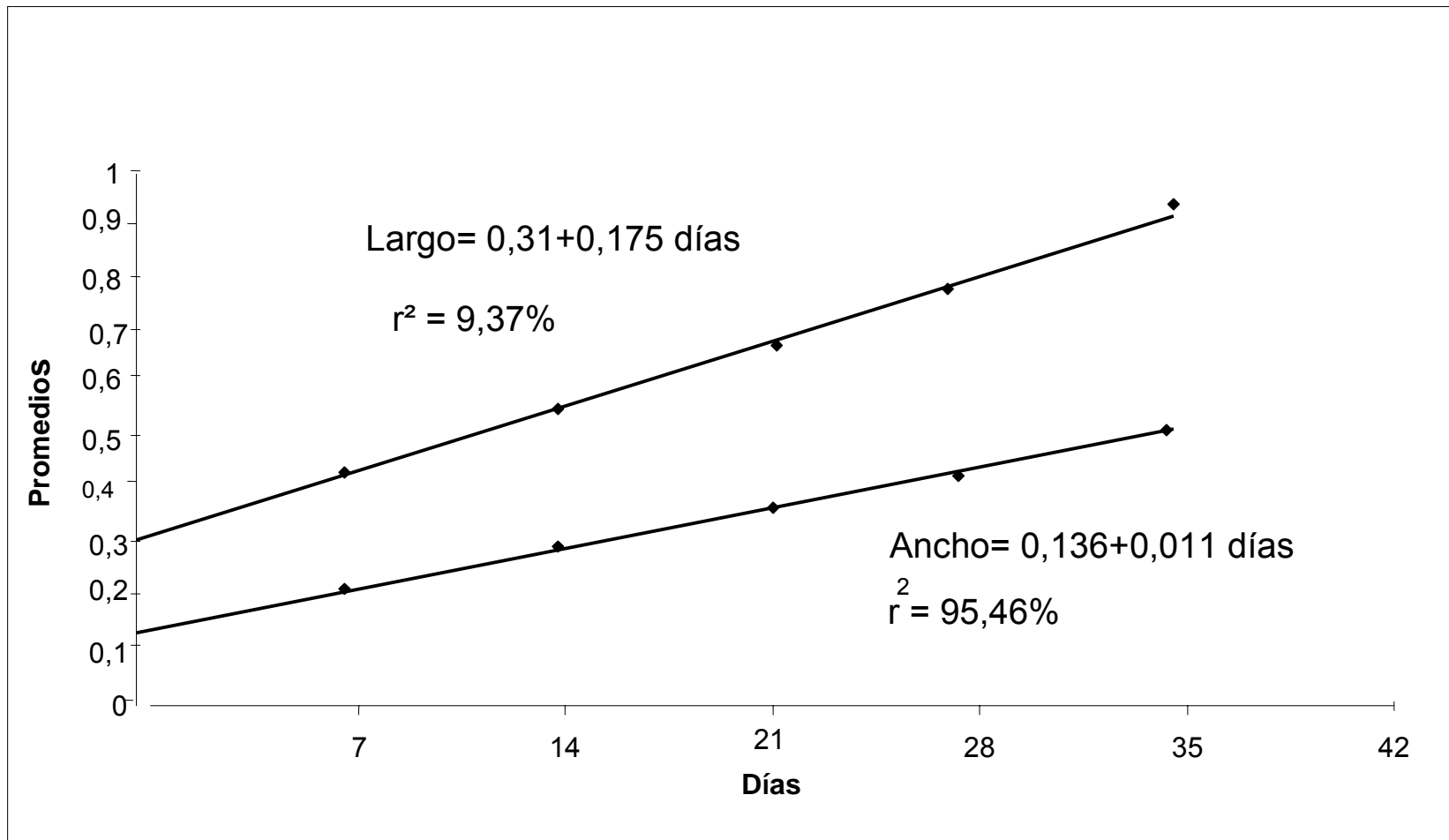


Figura 4. Desarrollo de la Yema Floral de *Physalis peruviana*



3.2 CRECIMIENTO DE YEMA FLORAL – ANTESIS – CUAJAMIENTO

Como se puede apreciar en la Figura 5, de las 186 yemas florales observadas en el inicio de la evaluación, se encontró que el 62,37% de flores llegaron hasta la etapa de cuajamiento de fruto, el 12,90% del total de yemas florales observadas se perdieron por el efecto del viento y otros factores como la excesiva manipulación, aves, entre otras; 17,2% se encontraban abiertas con emisión de polen y el 7,53% eran flores recién abiertas (Figura 6).

Figura 5. Etapas de crecimiento de yema floral a cuajamiento de fruto en *Physalis peruviana* bajo condiciones de la granja de Botana (Pasto, 2001)

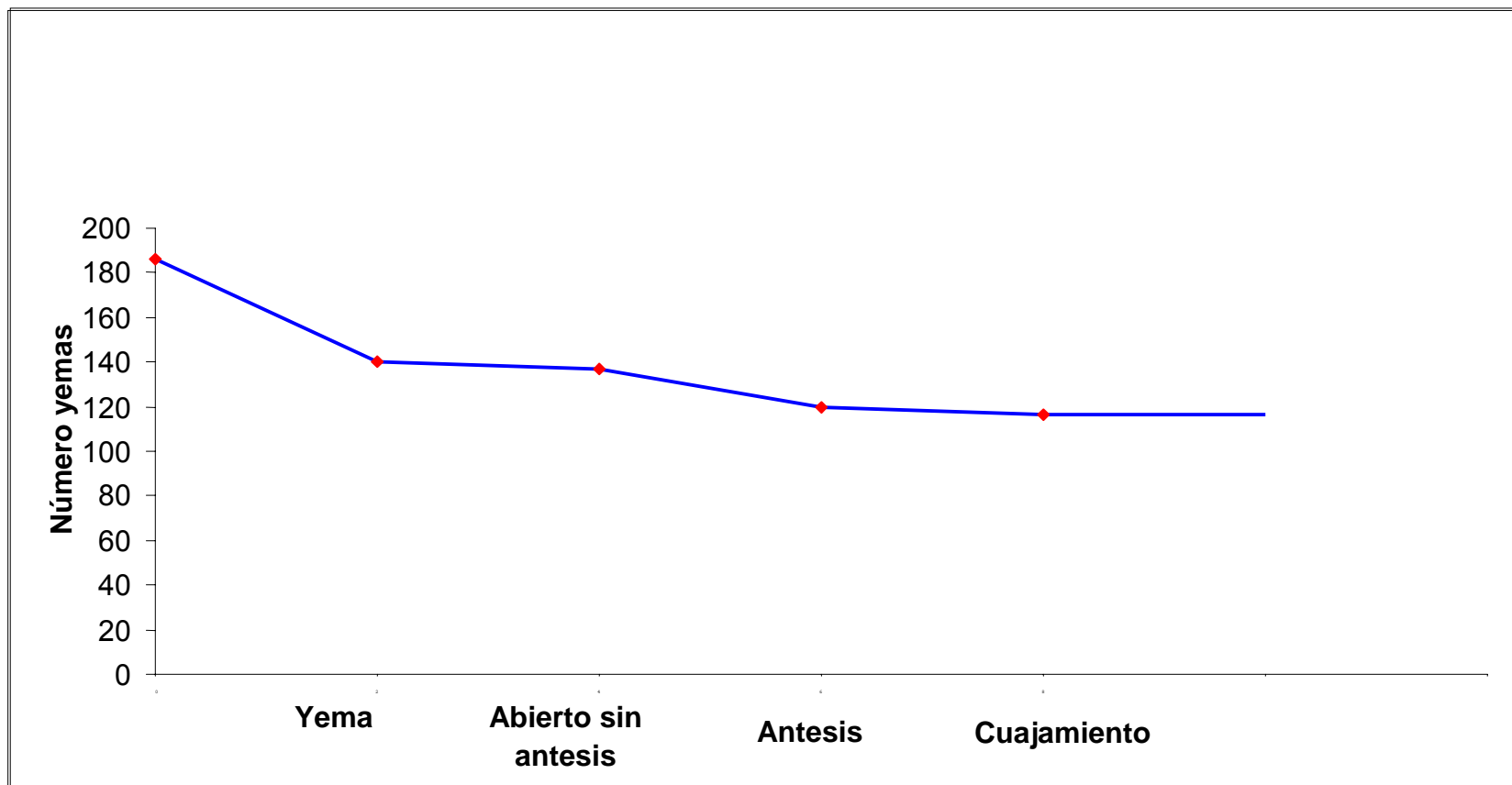
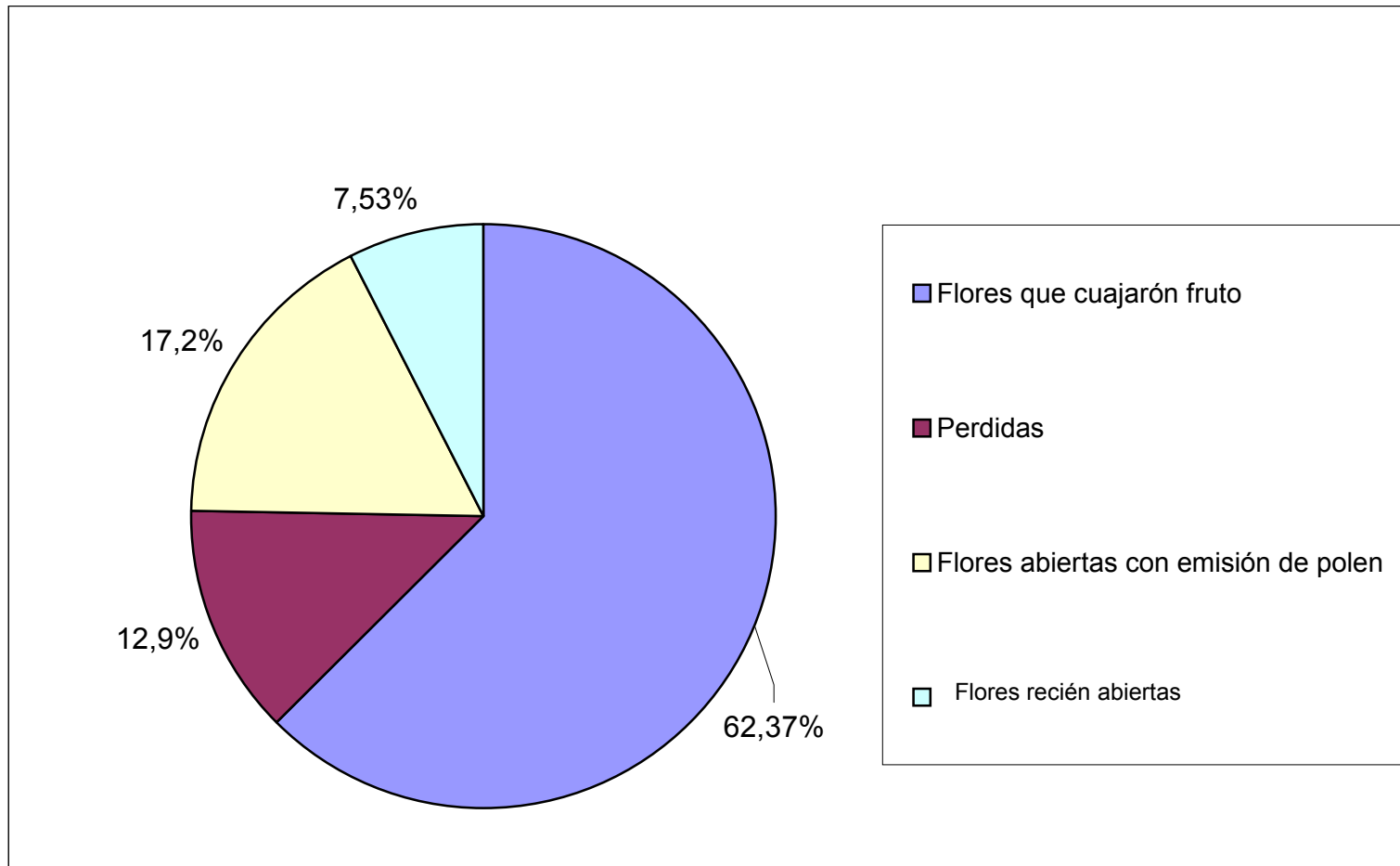


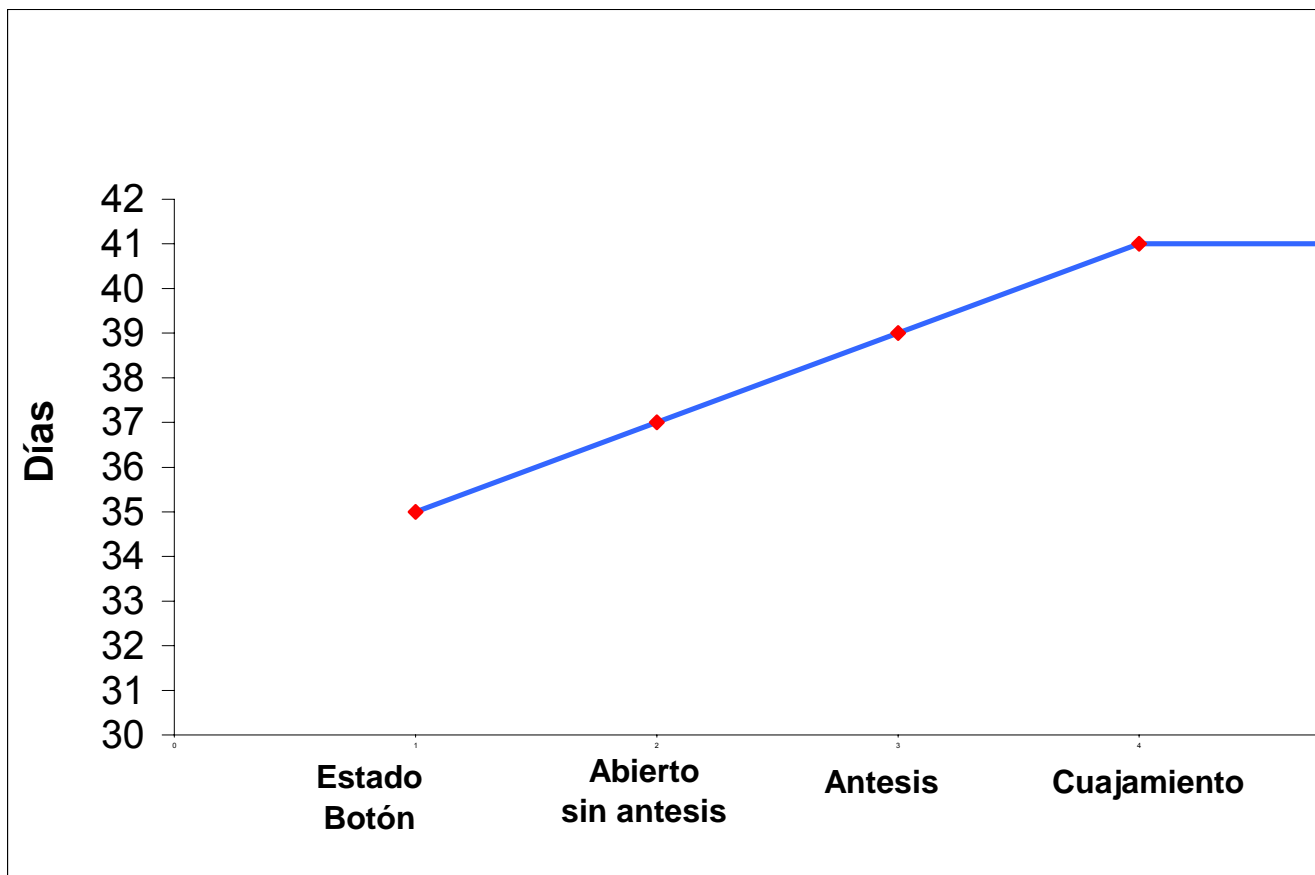
Figura 6. Crecimiento de yema floral a cuajamiento de fruto en *Physalis peruviana* bajo condiciones de la granja de Botana (Pasto, 2001)



El proceso de anthesis ocurrió a los 39 días, presentándose dehiscencia de las anteras (apertura) dejando libre los granos del polen, lo cual indica que la flor esta lista para la polinización.

En la Figura 7, se observa el número de días que transcurren entre cada una de las etapas evaluadas; se nota que la mayoría de materiales se encuentran en estado de yema floral a los 35 días, a los 37 días se obtuvieron la mayoría de flores abiertas, a los 41 días ocurrió el cuajamiento del fruto cuando la flor expulsó su corola e inició la formación del capacho junto con el fruto, lo cual coincide con los datos obtenidos por Fischer, Ludders y Carvajal (1997, 4), que afirman cuando ocurre el cuajamiento del ovario, la corola se desprende y el fruto inicia su crecimiento simultáneamente con el cáliz

Figura 7. Dias transcurridos entre yema floral, antesis y cuajamiento del fruto en Physalis peruviana bajo condiciones de la granja de Botana (Pasto,2001)



Los datos obtenidos, difieren de los encontrados por Collazos (2001. 4), en el departamento del Cauca en los municipios de Inzá y Páez, en donde obtuvo un tiempo a floración de 29 días, asegurando que la diferencia de días transcurridos entre estas etapas probablemente se deben a la influencia del medio ambiente (clima) en un lugar determinado.

El cuajamiento del ovario, en la mayoría de los materiales se realizó a los 41 días; estos datos son similares con los obtenidos por Collazos (2001, 1), quien reporta un tiempo de cuajamiento del fruto de 40 días, bajo condiciones de campo; de igual manera Fischer, Ludders y Carvajal (1997, 4) afirman que en un estudio realizado en la India, *Physalis peruviana* tarda de yema floral a cuajamiento, un lapso de 50 días.

3.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FLOR DE UVILLA

La flor de la uvilla es gamosépala, con cinco sépalos de mucha pubescencia, que forman el cáliz, con venas longitudinales sobresaliente y pubescente, la corola es gamopétala, rotácea compuesta por cinco pétalos de color amarillo, con cinco manchas de

colores que varían de café oscuro - violeta oscuro a negro claro en su base, en los pétalos se encuentran adnados cinco filamentos de los estambres, los cuales son denominados isostémonos; las anteras son tipo oblongas, basifijas con dehiscencia longitudinal, el polen es de color amarillo; el ovario es súpero y dividido en cinco cavidades (Figura 8).

Figura 8. Morfología de la flor de *Physalis peruviana*



Las características encontradas en la flor de la uvilla (*Physalis peruviana*) son similares a las expuestas por Osorio y Madrid (1978, 37) en tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*) y lulo (*Solanum quitoense*), debido a que estas similitudes son típicas de las solanaceas, que presentan con cinco elementos por cada verticilio.

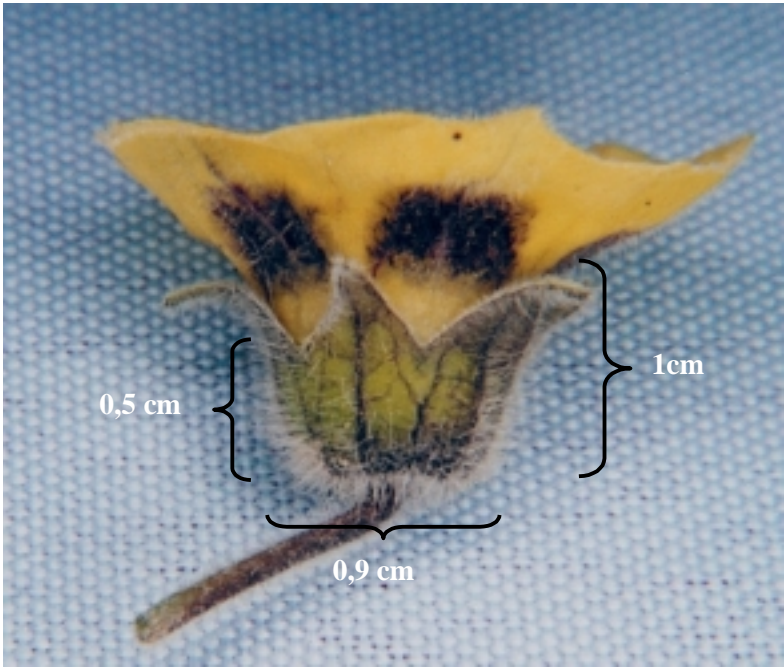
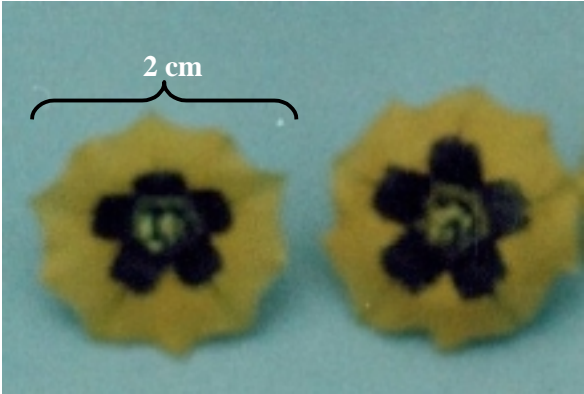
3.3.1 Descripción morfológica de la flor

Cáliz: el cáliz es gamosépalo con cinco lóbulos de color verde oscuro, con venas moradas, pubescente de una longitud de 1 cm y un diámetro de 0,9 cm, en apertura floral de la yema; este permanece adherido al fruto (Figura 9).

Corola: tiene un diámetro promedio de 2 cm, cuando la flor presenta apertura total; es generalmente de color amarillo, con cinco manchas que se encuentran ubicadas en el centro de cada pétalo, con una altura de 0,4 cm y ancho de 0,3 cm cada mancha; la base de la corola es pubescente; a esta base se encuentran adnados los estambres (Figura 9).

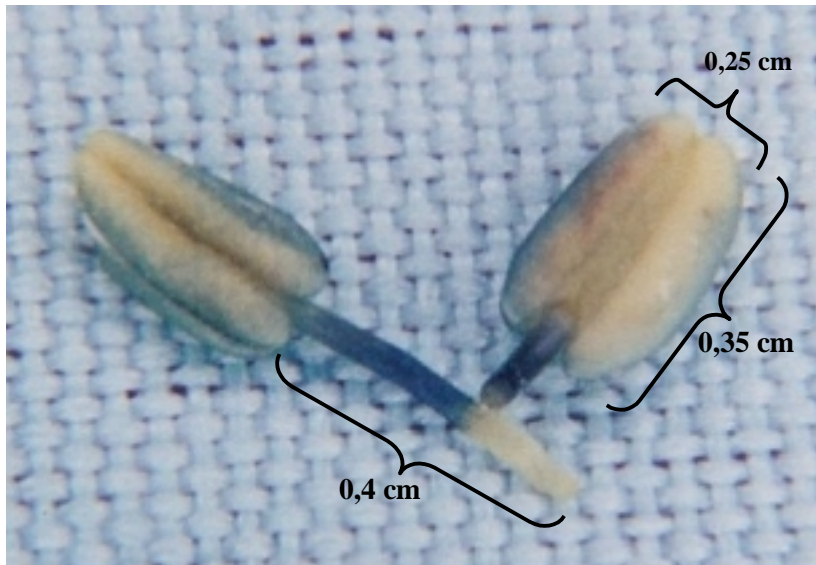
Gineceo: el gineceo esta compuesto por un estigma de color amarillo verdoso, estilo color uva claro y ovario tipo súpero.

Figura 9. Corola y cáliz de la flor de *Physalis peruviana*



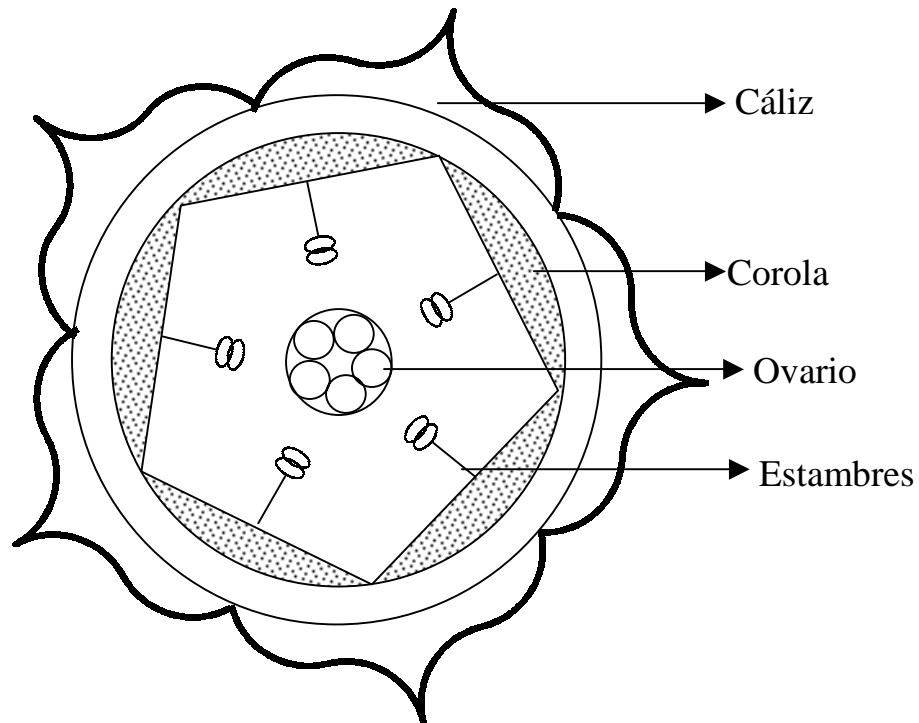
Estambres: En su conjunto forman el androceo; los estambres están conformados por una estructura filiforme llamado filamento, donde termina en un abultamiento llamado antera; sus anteras tienen dimensiones que oscilan entre 0,25 cm de ancho y 0,35 cm de largo, su color es amarillo oscuro con rayas negras; los filamentos tienen una longitud promedio de 0,4 cm, y un color morado claro (Figura 10).

Figura 10. Estambres de la flor de *Physalis peruviana*




Flores: Su disposición en la planta es de tipo axilar, son flores rotáceas, perfectas y pentámeras, que tienen forma de campana, su simetría es radiada, regular o actinomorfa.

3.3.2 Diagrama floral de uvilla (*Physalis peruviana* L.)¹

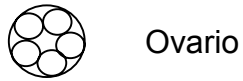
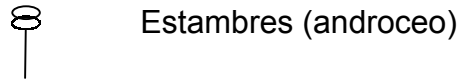


Donde:

 Sépalos (cáliz)

 Pétalos (corola)

¹ Olga Inuasty, Comunicación Personal, Docente Facultad Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño



3.3.3 Formula floral de uvilla (*Physalis peruviana* L.)

FF: $\overbrace{*k(5), C(5), A 5, \underline{G 5}}$

Donde:

- *: Flor regular
- K: Número de sépalos
- C: Número de pétalos
- A: Número de estambres
- G: Gineceo

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Hejeile e Ibarra (2001, 42), encontrándose características similares en la fórmula floral de *Physalis peruviana*.

3.4 POLINIZACION ARTIFICIAL

3.4.1 Eficiencia de la hibridación (EH)

En el Anexo A, aparecen los resultados correspondientes a la variable eficiencia de hibridación (EH).

En la Tabla 1 se muestra el análisis de varianza (ANDEVA) para la variable EH, la media general del experimento fue del 37,34 %. Esta tabla indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Tabla 1. Análisis de varianza para las variables eficiencia de hibridación (EH), peso por fruto (PPF) y semillas por fruto (SPF) de los híbridos obtenidos de la polinización artificial en *Physalis peruviana* (Pasto, 2001).

| F.V | G.L | CM | | |
|---------|-----|---------|-------|---------|
| | | E.H | PPF | SPF |
| Rep. | 3 | 11,85 | 0,11 | 738,75 |
| Horario | 3 | 247,27* | 2,06* | 2402,92 |
| Error | 9 | Ns | | |
| C.V% | | 44,84 | 0,09 | 1853,42 |
| Media | | 17,93 | 6,60 | 18, 25 |
| | | 37,34 | 4,30 | 235,88 |

* Diferencias estadísticas significativas

Ns No existen diferencias estadísticas significativas

En la Tabla 2 se indica la prueba de comparación de medias (DMS) para la variable EH. Como puede observarse el H4 (2 pm a 4pm) y H3 (12 m a 2 pm) obtuvieron los mayores valores de EH, debido probablemente a la influencia de la temperatura y demás factores climáticos que beneficiaron la polinización.

En el H4 (2 pm a 4 pm) y H3 (12 m a 2 pm) durante el periodo de polinización se tuvieron los siguientes valores climáticos: humedad relativa 77,15 %, temperatura promedio de 16 °C para el mes de julio en el cual se realizaron las polinizaciones en los diferentes horarios (IDEAM, 2001); estos tratamientos presentaron diferencias significativas con los horarios H2 (10 am a 12 m) y H1 (8 am a 10 am), con promedios EH de 32 y 29 % respectivamente; esto se debe posiblemente a la deficiente germinación de los granos de polen, e igualmente a las temperaturas bajas de la mañana(9,14 °C) para los dos tratamientos.

Vallejo (1999, 107), sustenta que las bajas temperaturas influyen en la viabilidad del polen y/o crecimiento del tubo polínico, factor importante para el éxito de una buena polinización; coincidiendo con los resultados obtenidos en la variable eficiencia de la hibridación.

Según el mismo autor el mejor periodo para recolectar polen en tomate (*Lycopersicon sculentum*) es en horas de la tarde, debido a que las flores en este horario sueltan el polen con mayor facilidad, caso que coincide para uvilla según los resultados encontrados en este trabajo.

Tabla 2. Prueba de comparación de medias (DMS) para las variables eficiencia de hibridación (EH), peso por fruto (PPF) y semillas por fruto (SPF) de los híbridos obtenidos de la polinización artificial en *Physalis peruviana* (Pasto, 2001)

| Tratamiento | EH | PPF | SPF |
|--------------------|-----------|------------|------------|
| H4 | 45,00 A | 4,4 B | 264,75 A |
| H3 | 43,12 A | 5,1 A | 243,80 A |
| H2 | 31,87 B | 4,4 B | 228,30 A |
| H1 | 29,37 B | 3,4 C | 207,00 A |
| DMS | 10,7 | 10,45 | |

Las medias con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas

3.4.2 Peso por fruto (PPF)

En el Anexo A se muestran los resultados correspondientes a la variable peso por fruto (PPF).

En la Tabla 1 se señala el análisis de varianza (ANDEVA) para la variable PPF. La media del experimento fue de 4,30 g., indicando que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

En la Tabla 2 se puede ver la prueba de comparación de medias (DMS) para PPF. Como puede observarse el H3 (12 m a 2 pm) obtuvo el mayor valor para PPF de 5,1 g/fruto, este tratamiento presenta diferencias significativas con los horarios H4, H2 y H1 que obtuvieron promedios de 4,4 g, 4,4 g y 3,4 g respectivamente; esto ocurrió tal vez por la efectividad de la polinización y la influencia de las condiciones climáticas; en esta variable desde el cuajamiento del fruto hasta la cosecha se presentaron valores promedios de temperatura de 18 °C como máxima y mínima de 13 °C.

Según Fischer, Ludders y Carvajal (1997, 5), los factores influyentes en el crecimiento de los frutos pueden ser de tipo genéticos y/o el número

de células del ovario formadas antes de la antesis, determinando así la velocidad del crecimiento, tamaño y forma final del fruto; lo cual permite relacionar la variable peso por fruto con los factores anteriores expuestos por el autor.

En la variable peso por fruto (PPF), se encontró que probablemente la polinización juega un papel importante en cuanto al peso y calidad del fruto de acuerdo a características externas como textura, tamaño y forma. esto es discutible por lo expuesto por Mosquera (2002, 3), quien manifiesta que una buena polinización se demuestra en una buena apariencia (forma) y tamaño del fruto.

3.4.3 Número de semillas por fruto (SPF)

En el Anexo A, se indican los resultados correspondientes a la variable semillas por fruto (SPF).

En la Tabla 1 se señala el análisis de varianza (ANDEVA) para la variable SPF. La media general del experimento fue de 235,88 semillas/fruto. Esta tabla indica que no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

En la Tabla 2 se encuentran los valores de SPF; que varían entre 207 semillas para H1 y 265 semillas para H4, coincidiendo con lo reportado por Hejeile e Ibarra (2001, 128) en donde el número de semillas oscilo entre 223 y 256; como puede verse la técnica de hibridación empleada permite una buena cantidad de semillas híbridas, indicando que con la técnica de mejoramiento genético se puede obtener un mayor número de individuos.

Esta característica es muy importante en aquellos procesos de mejoramiento que tienen por objetivo la producción de híbridos comerciales al igual permite obtener un buen número de individuos para el proceso de selección en poblaciones segregantes.

En esta variable los datos obtenidos son similares a los que reportados por Fischer, Ludders y Carvajal (1997, 4), quienes afirman que un fruto de *Physalis peruviana* tiene promedio alrededor de 230 semillas/fruto en una polinización natural.

3.4.4 Porcentaje de germinación (PG)

Los datos correspondientes a los porcentajes de germinación de las semillas de uvilla, obtenidos por la técnica de polinización artificial en diferentes horas del día, se consignan en el Anexo A

El análisis de varianza (Tabla 3), mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, demostrándose que la hora de polinización puede influir en la capacidad germinativa de las semillas obtenidas.

Al comparar los promedios (Tabla 4), se pudo establecer que las semillas obtenidas por polinización en el horario H3 (12 m a 2 pm), H4 (2 pm a 4 pm) y el testigo, con 68,9%, 66,93% y 70,40% de germinación, tuvieron un mayor porcentaje de germinación que las semillas de los horarios H2 (10 am a 12 m) y H1 (8 am a 10 am), los cuales presentaron un 59,26 % y 59,69% de germinación respectivamente.

Los mayores porcentajes de germinación fueron alcanzados con la polinización en los horarios H3 y H4 correspondientes a las horas de la tarde; en el testigo permite suponer que es posible que la temperatura que favorezca el desarrollo inicial del eje embrionario dando origen a las semillas completas con un normal desarrollo del embrión y alta

acumulación de reservas que van a dar como resultado un alto poder germinativo.

Tabla 3. Análisis de varianza para las variables porcentaje de germinación (PG) y velocidad de germinación (VG) en los híbridos obtenidos de la polinización artificial en *Physalis peruviana* (Pasto, 2001).

| F.V | G.L | CM | |
|---------|-----|----------|--------|
| | | PG | VG |
| Rep. | 3 | 10,63 | 8,63 |
| Horario | 4 | 109,49 * | 19,72* |
| Error | 12 | 33,72 | 37,00 |
| C.V% | | 8.93 | 9,14 |
| Media | | 65,04 | 21,02 |

* Diferencias estadísticas significativas

Tabla 4. Prueba de comparación de medias (DMS) para las variables porcentaje de germinación (PG) y velocidad de germinación (VG) en los híbridos obtenidos de la polinización artificial en *Physalis peruviana* (Pasto, 2001).

| Tratamiento | PG | VG |
|--------------------|-----------|-----------|
| Testigo | 70,40 A | 19,32 B |
| H3 | 68,94 A | 22,90 A |
| H4 | 66,93 A | 23,63 A |
| H1 | 59,70 B | 20,74 AB |
| H2 | 59,26 B | 18,49 B |
| DMS (comparador) | 8,95 | 2,96 |

Las medias con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas

3.4.5 Velocidad de germinación (VG)

En el Anexo A, se presentan los resultados de campo correspondientes a la variable velocidad de germinación (VG).

El Análisis de varianza (Tabla 3), permitió establecer diferencias estadísticas entre los tratamientos que correspondieron a las horas de polinización, indicando con ello un efecto de la hora sobre el vigor de la semilla.

Los datos relacionados con la variable velocidad de germinación provenientes de la fertilización artificial, a diferentes horas del día se consignan en la Tabla 4; los promedios oscilan entre 18,49 % y 23,63 %.

La prueba de comparación de medias (Tabla 4) permitió establecer que cuando la polinización se realizó a las 10 am a 12 m (H2) y el testigo (semilla de cruce natural) la velocidad de germinación fue menor en cuanto a la polinización que se hizo en los horarios H3 (12 m a 2 pm), H4 (2 pm a 4 pm) y H1 (8 am a 10 am), valores entre los cuales no hubo diferencias estadísticas significativas.

Teniendo en cuenta que la velocidad de germinación es el promedio de días a germinación (Criollo et al, 2000, 74), se puede afirmar igualmente que el horario H2 (10 am a 12 m) y el testigo, presentan un tiempo promedio de germinación mayor que el requerido para la germinación de los demás tratamientos.

Este comportamiento diferencial de las semillas, producto de la polinización a diferentes horas del día podría explicarse en los contenidos variables de azúcares en las diferentes horas del día, en los cuales podrían afectar inicialmente el vigor de la germinación del grano de polen en los estigmas, conllevando a diferentes niveles de vigor en las semillas producidas; sin embargo los procesos que realizan durante la formación de la semilla aun no se ha clarificado y algunos son todavía enigmas (Cutter, E. 1971, 276).

3.4.6 Viabilidad de la semilla

En la Tabla 5 se muestran los datos correspondientes a la prueba de viabilidad de las semillas obtenidas en el proceso de polinización artificial, en la cual se pueden observar porcentajes que oscilan entre 89 y 96%.

Tabla 5. Resultados de la prueba de viabilidad de las semillas obtenidas de los híbridos de la polinización artificial en *Physalis peruviana* (Pasto, 2001)

| Trat. | % Semillas Teñidas | % Semillas sin teñir | Total |
|--------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------|
| H1 | 89 | 11 | 100 |
| H2 | 90 | 10 | 100 |
| H3 | 94 | 6 | 100 |
| H4 | 96 | 4 | 100 |
| Testigo | 93 | 7 | 100 |

En esta tabla se puede apreciar que los tratamientos que mayores porcentajes de la viabilidad de la semilla de *P. peruviana*, presentaron con la prueba de Tetrazolio al 1% fue el H4 (2 pm a 4 pm) y H3 (12 m a 2 pm) con 96% y 94% respectivamente; siendo el H2 (10 am a 12 m) con 90% y el H1 (8 am a 10 am) con 89%, los de menor porcentaje.

Fischer y Almanza (1993, 85) sustentan que la semilla de uvilla tiene una viabilidad entre 85 y 90%, lo cual se asemeja con los resultados encontrados en este estudio.

En la tabla 5 se destacan los mejores porcentajes de viabilidad de las semillas obtenidas en los horarios H4 (2 pm a 4 pm), H3 (12 m a 2 pm) y el testigo; como puede observarse los valores para esta prueba de Tetrazolio que midió la viabilidad de las semillas híbridas obtenidas, no presentan muchas diferencias con respecto a lo expuesto por los anteriores autores.

4. CONCLUSIONES

4.1 El periodo de yema floral a cuajamiento del fruto de *Physalis peruviana*, es de 41 días bajo las condiciones climáticas de la granja experimental de Botana.

4.2 Los mejores horarios para llevar a cabo la polinización artificial en uvilla son de 12 m a 4 pm. En cuanto al mayor peso por fruto (PPF), se obtuvo cuando la polinización se realizó entre las 12 m y 2 pm.

4.3 Las semillas obtenidas de los cruces efectivos presentan una viabilidad que oscila entre el 89-96% para todos los tratamientos.

4.4 El porcentaje de germinación (PG) para las semillas de los híbridos obtenidos fue mayor en los horarios H3 (12 m a 2 pm) y H4 (2 pm a 4 pm); así como también para la velocidad de germinación (VG) es mejor realizar las polinizaciones en las horas de 12 m a 4 pm, debido que en estos horarios las semillas tardan menos tiempo en germinar.

5. RECOMENDACIONES

5.1 Continuar con el estudio de los materiales regionales de uvilla (*Physalis peruviana L.*) del departamento de Nariño, en el campo de mejoramiento genético.

5.2 Continuar con .los estudios de los híbridos obtenidos mediante la polinización artificial en diferentes horarios.

5.3 Realizar estudios a nivel molecular de *Physalis peruviana* para establecer si los híbridos obtenidos fueron efectivos,

BIBLIOGRAFÍAS

ALLARD, Rodrigo. Principios de la mejora genética de las plantas. Trad. del inglés por Montoya, José. Barcelona: Omega, 1967. 448 p.

BERNAL, J. La uchuva (*Physalis peruviana* L.), historia, taxonomía y biología. En: Memorias primer curso nacional de uchuvas. Tunja: 1986. 3 p.

BOROJEVIC, Slavko Principles and methods of plant breeding. Amsterdam: Elsevier, 1990. 368 p.

COLLAZOS, Oswaldo. Manejo agronómico de cultivos potenciales: Uchuva (*Physalis peruviana* L.) y Agraz (*Vitis tiliaefolia* H.B.K) para pequeños productores de la zona indígena del Inzá y Páez, departamento del Cauca. s.e: WWW.physalisperuviana@.com. 2001, p. 1-3.

CRIOLLO, Hernando, LAGOS, Tulio y NARVAEZ, Rocío. Efectos alelopáticos de especies forestales sobre el vigor germinativo de semillas y el crecimiento inicial de *Cyphomandra betacea* (tomate de

árbol) y *Solanum quitoense* (*lulo*). En: Revista de Ciencias Agrícolas, vol. 17, No. 1 (2000); p. 174-182.

CRIOLLO, Hernando, LAGOS, Tulio, RUIZ, Hugo, MOSQUERA, Carlos, Clasificación jerárquica de la uvilla (*Physalis peruviana*) con base en algunas variables de producción. En: Revistas de ciencias agrícolas, vol. 18, No. 1 (2001); 70 – 76 p.

CRONQUIST, Arthur. An integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia university press, 1981. 1260 p.

CUTTER, E. Plant Anatomy: Experiment And Interpretation: Adison – Wesley Plubisihing, s.f. 341 p.

FEHR, Walther. Principles of cultivar development; theory and technique. New York: McMillan publishing, 1987. v. 1. 536 p

FISHER, Gerhard. y ALMANZA, Pedro. La uchuva una alternativa para las zonas altas de Colombia. En: Revista de Agricultura tropical, v. 30, No.1 (mayo, 1993) ; p. 79-87.

FISHER, Gerhard. Crecimiento y desarrollo en producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana L.*) Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2001. 175 p

FISHER, Gerhard y MARTINEZ, Orlando. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana L.*) en relación con la coloración del fruto. En: Revista Agronomía Colombiana. Vol. 16, No. 1-3 (ene-dic, 1999); p. 35-39.

FISHER, Gerhard, LUDDERS, Peter y CARVAJAL, Francisco. Influencia de la separación del cáliz de la uchuva (*Physalis peruviana L.*) sobre el desarrollo del fruto. En: Revista Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal COMALFI. Vol. 24, No. 1-2 (ene-agos, 1997); p. 316.

HEJEILE, Hernando e IBARRA, Andrés. Colección y caracterización de recursos genéticos de uvilla (*Physalis peruviana L.*) en algunos municipios del sur del departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 2001. p. 123. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

HOLMAN, Richard y ROBBINS, Willfred. Botánica general. México: Uteha, 1961, 632 p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Perfil del Producto. En: Boletín SIM. No. 13 (jul – sep, 2001); p. 4-8. www.cci.org.co

IBARRA, Vicente y JURADO, Hernán. Evaluación de diferentes distancias de siembra en el cultivo de la uvilla (*Physalis peruviana L.*). Pasto, Colombia, 1989. P. 3-12. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

LOPEZ, M. Fitomejoramiento. México: Trillas, 1995. 172 p

LOPEZ,S. Un nuevo cultivo de alta rentabilidad. En: Revista Esso agrícola. Vol. 25, No. 2 (1978); p. 21-28.

LUNA, Ana cristina. Efecto de varios sistemas de podas en el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana L.*). Pasto, Colombia, 1992. 54 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

MOSQUERA, Carlos. Polinización entomófila de la uvilla (*Physalis peruviana* L). Pasto, Colombia: Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2002. 20 p.

OSORIO BORRE, E. y MADRID RAMIREZ, C. Biología floral del tomate de árbol (*C. betacea*) y lulo (*Solanum quitoense* L.). Medellín, Colombia, 1978. P.53. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia.

POEHLMAN, Jhon Milton. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. del inglés por Sánchez, Nicolás. 2 ed. México: Limusa, 1971, 453 p.

ROBLES, Raúl. Genética elemental y Fitomejoramiento práctico. México: Limusa, 1986, 477 p.

SANTANA, Gloria y ANGARITA, Antonio. Regeneración adventicia de somaclonales de uchuva. Bogotá: WWW.usc.unal.edu.co. 1999, 6 p.

URIBE, Frank. Botánica general. 2 ed. Medellín: Universidad de Antioquía, 1991, 264p.

VALLEJO, Franco. Mejoramiento genético en producción en tomate en Colombia. Cali: Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 1999. 216 p.

ZULUAGA, L. Estrés de tensión de humedad en el suelo en relación con la floración en arboles tropicales o sembrados en el trópico, especialmente frutales. En: Revista de Agricultura tropical. Vol. 31, No. 2 (1994); p. 71 – 83.

ANEXOS

Anexo A. Resultados de las variables eficiencia de hibridación (EH), peso por fruto (PPF), semillas por fruto (SPF), porcentaje de germinación (PG) y velocidad de germinación (VG) en los híbridos obtenidos de la polinización artificial en *Physalis peruviana* (Pasto, 2001)

| TRAT | REP | VARIABLES | | | | |
|---------|-----|-----------|-----|------|-------|-------|
| | | EH | SPF | PPF | GP | VG |
| H1 | 1 | 22,5 | 240 | 3,92 | 72 | 17,73 |
| | 2 | 32,5 | 103 | 3,00 | 88 | 16,73 |
| | 3 | 22,5 | 245 | 2,98 | 84 | 24,71 |
| | 4 | 40,0 | 239 | 3,50 | 94 | 22,60 |
| Testigo | | | | | 82 | 19,34 |
| H2 | 1 | 37,5 | 230 | 4,23 | 74 | 18,97 |
| | 2 | 32,5 | 258 | 4,15 | 76 | 19,00 |
| | 3 | 35,0 | 190 | 4,60 | 90 | 22,50 |
| | 4 | 22,5 | 235 | 4,48 | 78 | 23,08 |
| Testigo | | | | 90 | 17,79 | |
| H3 | 1 | 37,5 | 234 | 5,10 | 78 | 21,43 |
| | 2 | 42,5 | 241 | 5,30 | 54 | 19,29 |
| | 3 | 45,0 | 243 | 4,90 | 86 | 21,50 |
| | 4 | 37,5 | 257 | 5,08 | 84 | 20,90 |
| Testigo | | | | 92 | 20,00 | |
| H4 | 1 | 37,5 | 229 | 4,50 | 74 | 24,83 |
| | 2 | 45,0 | 280 | 4,20 | 74 | 18,97 |
| | 3 | 40,0 | 267 | 4,10 | 88 | 22,92 |
| | 4 | 47,5 | 283 | 4,70 | 80 | 27,97 |
| Testigo | | | | 90 | 20,18 | |

Anexo B. Análisis de regresión y de variancia para la variable largo de la yema floral de *Physalis peruviana* (Pasto, 2001).

Modelo lineal $Y = a + bx$

Variable dependiente: Largo

Variable independiente: Días

| Parámetro | Estimación | Error Standard | t.c | Pr>t |
|------------------------|------------|----------------|---------|------|
| Intercepto | 0,31 | 0,014 | 21,21** | 0,00 |
| Coefficiente regresión | 0,017 | 0,00069 | 25,25** | 0,00 |

** Diferencias estadísticas altamente significativas

ANDEVA

| F.V | G.L | SC | CM | Fc | Pr >F |
|--------|-----|--------|--------|----------|-------|
| Modelo | 1 | 0,262 | 0,262 | 637,53** | 0,000 |
| Error | 4 | 0,0016 | 0,0004 | | |
| Total | 5 | 0,263 | | | |

**Diferencias estadísticas altamente significativas

Coefficiente de correlación: 0,9968

Coefficiente de determinación: 99,37%

Error estándar: 0,020

ANEXO C. Análisis de regresión y de variancia para la variable ancho de la yema floral de *Physalis peruviana* (pasto, 2001).

Modelo lineal $Y = a + bx$

Variable dependiente: Largo

Variable independiente: Días

| Parámetro | Estimación | Error Standard | t.c | Pr>t |
|------------------------|------------|----------------|--------|------|
| Intercepto | 0,136 | 0,025 | 5,37** | |
| | 0,0058 | | | |
| Coefficiente regresión | 0,011 | 0,0012 | 9,18** | |
| | 0,0008 | | | |

****Diferencias estadísticas altamente significativas**

ANDEVA

| F.V | G.L | SC | CM | Fc | Pr >F |
|--------|-----|--------|--------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 0,103 | 0,103 | 84,21** | 0,0008 |
| Error | 4 | 0,0049 | 0,0012 | | |
| Total | 5 | 0,108 | | | |

****Diferencias estadísticas altamente significativas**

Coefficiente de correlación: 0.977

Coefficiente de determinación: 95,465 %

Error estándar: 0,035

ANEXO D. Análisis de la variable botón floral, antesis y cuajamiento de la flor de *Physalis peruviana* (Pasto, 2001)

| ETAPA/DIA MATERIAL CARACTERISTICAS | | | No. BOTONES FLORALES |
|---|------------------|--|-----------------------------|
| 0/0 | M23 | Botones pequeños | 10 |
| | M12 | Presenta botones recién abiertos | 9 |
| | M33 | Botones pequeños | 8 |
| | M2 | Botones próximos a la apertura | 6 |
| | M47 | Botones próximos a la apertura | 7 |
| | M45 | Botones próximos a la apertura | 7 |
| | M8 | Botones medianos | 9 |
| | M32 | Botones próximos a la apertura | 8 |
| | M3 | Botones recién abiertos | 8 |
| | M10 | Botones recién abiertos | 9 |
| | M46 | Botones pequeños | 8 |
| | M36 | Botones recién abiertos | 8 |
| | M7 | Botones próximos a la apertura | 9 |
| | M21 | Botones próximos a la apertura | 6 |
| | M27 | Botones próximos a la apertura | 8 |
| | M26 | Botones recién abiertos | 7 |
| | M30 | Botones pequeños | 6 |
| | M37 | Botones pequeños | 7 |
| | M48 | Botones recién abiertos | 5 |
| | M14 | Botones próximos a la apertura | 8 |
| | M35 | Botones próximos a la apertura | 6 |
| | M43 | Botones próximos a la apertura | 7 |
| | M11 | Botones pequeños | 10 |
| M5 | Botones pequeños | 10 | |
| | Total | | 186 |
| 1/2 | M23 | Botones medianos | 9 |
| | M12 | Flores abiertas emitiendo polen | 9 |
| | M33 | Flores abiertas sin y con emisión de polen | 8 |
| | M2 | Flores recién abiertas | 6 |

| | | | |
|-------------|-----|--|------------|
| | M47 | Flores recién abiertas | 7 |
| | M45 | Flores recién abiertas | 8 |
| | M8 | Botones próximos a la apertura | 9 |
| | M32 | Flores abiertas sin emisión de polen | 8 |
| | M3 | Flores abiertas sin emisión de polen | 8 |
| | M10 | Flores abiertas sin emisión de polen | 9 |
| | M46 | Botones próximos a la apertura | 8 |
| | M36 | Botones próximos a la apertura | 8 |
| | M7 | Flores abiertas sin emisión de polen | 9 |
| | M21 | Flores abiertas sin emisión de polen | 6 |
| | M27 | Flores abiertas sin y con emisión de polen | 8 |
| | M26 | Flores parcialmente abiertas | 7 |
| | M30 | Flores abiertas sin y con emisión de polen | 6 |
| | M37 | Flores abiertas con emisión de polen | 7 |
| | M48 | Flores abiertas sin emisión de polen | 5 |
| | M14 | Flores abiertas con emisión de polen | 8 |
| | M35 | Flores abiertas con emisión de polen | 6 |
| | M43 | Flores abiertas sin y con emisión de polen | 7 |
| | M11 | Botones florales medianos | 10 |
| | M5 | Botones florales medianos | 10 |
| | | Total | 186 |
| II/4 | M23 | Flores recién abiertas | 9 |
| | M12 | Flores fecundadas | 9 |
| | M33 | Flores con emisión de polen y fecundadas | 5 |
| | M2 | Flores abiertas con emisión de polen | 4 |
| | M47 | Flores abiertas con emisión de | 5 |

| | | | |
|--------------|-----|--|------------|
| | | polen | |
| | M45 | Flores abiertas con emisión de polen | 7 |
| | M8 | Flores recién abiertas | 9 |
| | M32 | Flores abiertas con emisión de polen | 8 |
| | M3 | Flores abiertas con emisión de polen | 8 |
| | M10 | Flores abiertas con emisión de polen | 9 |
| | M46 | Flores recién abiertas | 8 |
| | M36 | Flores recién abiertas | 8 |
| | M7 | Flores abiertas con emisión de polen | 9 |
| | M21 | Flores abiertas con emisión de polen | 6 |
| | M27 | Flores con emisión de polen y fecundadas | 8 |
| | M26 | Flores abiertas con emisión de polen | 6 |
| | M30 | Flores con emisión de polen y fecundadas | 6 |
| | M37 | Flores fecundadas | 7 |
| | M48 | Flores abiertas con emisión de polen | 3 |
| | M14 | Flores fecundadas | 4 |
| | M35 | Flores fecundadas | 5 |
| | M43 | Flores con emisión de polen y fecundadas | 7 |
| | M11 | Botón floral | 10 |
| | M5 | Botón floral | 10 |
| | | Total | 170 |
| III/6 | M23 | Flores abiertas con emisión de polen | 9 |
| | M12 | Fecundación | 9 |
| | M33 | Flores fecundadas | 5 |
| | M2 | Flores fecundadas | 4 |
| | M47 | Flores fecundadas | 5 |
| | M45 | Flores fecundadas | 7 |
| | M8 | Flores abiertas con emisión de polen | 7 |

| | | |
|-----|--------------------------------|------------|
| M32 | Flores fecundadas | 8 |
| M3 | Flores fecundadas | 8 |
| M10 | Flores fecundadas | 9 |
| | Flores abiertas con emisión de | |
| M46 | polen | 8 |
| | Flores abiertas con emisión de | |
| M36 | polen | 8 |
| M7 | Flores fecundadas | 9 |
| M21 | Flores fecundadas | 6 |
| M27 | Flores fecundadas | 8 |
| M26 | Flores fecundadas | 6 |
| M30 | Flores fecundadas | 6 |
| M37 | Fecundación | 7 |
| M48 | Flores fecundadas | 3 |
| M14 | Fecundación | 4 |
| M35 | Fecundación | 5 |
| M43 | Flores fecundadas | 7 |
| M11 | Flores recién abiertas | 7 |
| M5 | Flores recién abiertas | 7 |
| | Total | 162 |