



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUÍZ GALLO"  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE  
AGRONOMÍA**

---



**Caracterización de la floración de 20 variedades de caña de azúcar  
(*Saccharum* spp.), con fines de mejoramiento para la región cañera de  
Lambayeque-Perú**

**Presentado por:**

**BACH. MANUEL ANTONIO RAMOS MESTANZA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**ASESOR**

**ING. DIÓMEDES BOCANEGRA IRIGOÍN**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**Caracterización de la floración de 20 variedades de caña de azúcar**  
**(*Saccharum* spp.), con fines de mejoramiento para la región cañera de**  
**Lambayeque-Perú.**

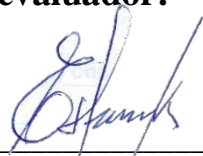
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por:**

**BACH. MANUEL ANTONIO RAMOS MESTANZA**

**Aprobado por el siguiente jurado evaluador:**

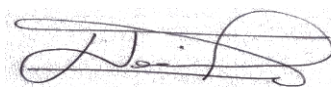
**Dr. César Estela Campos**

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente del Jurado**

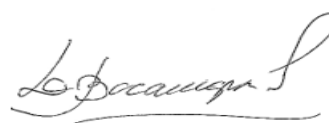
**Dr. Américo Celada Becerra**

  
\_\_\_\_\_  
**Secretario del Jurado**

**Ing. M. Sc. José Avercio Neciosup Gallardo**

  
\_\_\_\_\_  
**Vocal del Jurado**

**Ing. Diómedes Bocanegra Irigoín**

  
\_\_\_\_\_  
**Patrocinador**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

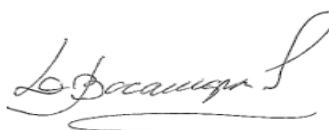
Yo, Manuel Antonio Ramos Mestanza, investigador principal, y Diómedes Bocanegra Irigoín, asesor del trabajo de investigación **“Caracterización de la floración de 20 variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), con fines de mejoramiento para la región cañera de Lambayeque-Perú”**, declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, 26 de enero del 2022



**Bach. Manuel Antonio Ramos Mestanza**

**Autor**



**Ing. Diómedes Bocanegra Irigoín**

**Asesor**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser nuestro guía y por las cosas maravillosas que nos ha dado.

A mis Madres Jacinta Rodríguez López, Clara Mestanza Paredes por el apoyo incondicional que estuvieron siempre conmigo apoyándome y aconsejándome en los momentos alegres y difíciles, en lograr la culminación de la meta trazada.

A mis tías Rosa y Ana por el apoyo incondicional; a mis hermanas Cindy, Nathaly, por el apoyo y consejos en mi vida profesional.

A mi Padre Manuel Antonio, por el apoyo en mi trayectoria como profesional.

Y a toda mi familia, gracias a ellos que estuvieron siempre presentes apoyándome en mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a mi Dios por ayudarme en todo momento y a su vez a mi patrocinador Ing. Diómedes Bocanegra Irigoín por el asesoramiento brindado para este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Facultad de Agronomía, por brindarme la oportunidad de realizar mi sueño, de ser un Profesional en el campo de la Agricultura.

Tengo que extender mi más profunda gratitud al Ing. Nelson Asdrúbal Ruesta Campoverde, Co-asesor de la presente tesis e investigador del INIA, Jefe del Proyecto N°079-PI Caña de Azúcar-INIA, por la confianza y por el aporte en la formulación, ejecución, y redacción final del presente trabajo de investigación; además me inculcó principios importantes para realizar un trabajo de investigación con rigor científico de gran importancia para mi persona y para la industria azucarera nacional.

Agradecer también al INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), Estación Experimental Agraria Vista Florida, por el apoyo que recibí para ejecutar el trabajo de investigación, a través del proyecto “Validación técnico económica de variedades promisorias de caña de azúcar de alto potencial de rendimiento de caña, azúcar y panela para las regiones de Lambayeque, La Libertad, Piura y Cajamarca”, sin el cual no se hubiera sido posible la realización y culminación de la presente tesis.

Agradecer también a los bachilleres: Janeth Bustamante Bustamante, Anthony Jahir Siesquén Tineo, Juan de Dios Reyes Chaquila, Robert Alejandro Hernández Arévalo, al Técnico Germán Ipanaqué Risco, al Ing. Químico Amiro Antonio Sevilla Carpio y al personal auxiliar de campo de la Estación Experimental Agraria Vista Florida Manuel Hurtado Ruíz, Daniel Flores Milián, por el apoyo que recibí para ejecutar mi tesis en campos experimentales del INIA-Chiclayo.

Para concluir, un agradecimiento especial a mis profesores de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, por sus enseñanzas que me brindaron durante los cinco años en nuestra Alma Mater, para poder formarme como ingeniero agrónomo y servir a mi nación.

# ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>                              | <b>1</b>  |
| <b>II. ANTECEDENTES.....</b>                             | <b>3</b>  |
| <b>III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>              | <b>4</b>  |
| <b>3.1. Formulación del problema.....</b>                | <b>4</b>  |
| <b>3.2. Justificación del problema.....</b>              | <b>4</b>  |
| <b>3.3. Objetivo general.....</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>3.4. Objetivo específico.....</b>                     | <b>5</b>  |
| <b>IV. MARCO TEÓRICO .....</b>                           | <b>5</b>  |
| <b>4.1. Clasificación de la caña de azúcar.....</b>      | <b>5</b>  |
| <b>4.2. Género</b><br><b>Saccharum.....</b>              | <b>6</b>  |
| <b>4.3. Floración.....</b>                               | <b>7</b>  |
| <b>4.4. Floración en caña de azúcar.....</b>             | <b>10</b> |
| <b>4.5. Morfología de la flor de caña de azúcar.....</b> | <b>10</b> |
| <b>4.6. Polen y fecundación.....</b>                     | <b>13</b> |
| <b>a. Viabilidad de polen.....</b>                       | <b>13</b> |
| <b>b. Polen y germinación.....</b>                       | <b>13</b> |
| <b>4.7. Inducción de la floración.....</b>               | <b>13</b> |
| <b>a. Inducción natural.....</b>                         | <b>13</b> |
| <b>b. Inducción</b><br><b>artificial.....</b>            | <b>14</b> |
| <b>4.8. Incidencia e intensidad de la floración.....</b> | <b>14</b> |
| <b>4.9. Sexado.....</b>                                  | <b>15</b> |
| <b>4.10. Caracterización.....</b>                        | <b>15</b> |
| <b>4.11. Caracterización morfológica.....</b>            | <b>16</b> |
| <b>V.HIPÓTESIS.....</b>                                  | <b>16</b> |
| <b>VI.VARIABLES.....</b>                                 | <b>16</b> |
| <b>a. Variable independiente.....</b>                    | <b>16</b> |
| <b>b. Variable dependiente.....</b>                      | <b>16</b> |
| <b>VII.MARCO METODOLÓGICO.....</b>                       | <b>17</b> |
| <b>7.1. Materiales y Métodos.....</b>                    | <b>17</b> |
| <b>7.2. Material Genético.....</b>                       | <b>17</b> |
| <b>a. Materiales en campo.....</b>                       | <b>18</b> |
| <b>b. Análisis en laboratorio.....</b>                   | <b>18</b> |
| <b>7.3. Tipo de investigación.....</b>                   | <b>18</b> |

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>VIII.</b> | <b>METODOLOGÍA EN CAMPO.....</b>                                  | <b>19</b> |
| 8.1.         | Lugar de ejecución.....   | 19        |
| 8.2.         | Climatología.....   | 19        |
| 8.3.         | Área experimental.....  | 20        |
| 8.4.         | Croquis de la parcela experimental.....                           | 21        |
| 8.5.         | Preparación del campo.....  | 22        |
| 8.6.         | Siembra.....  | 23        |
| 8.7.         | Parámetros de evaluación.....                                     | 23        |
|              | a. Porcentaje de floración.....                                   | 23        |
|              | b. Sexado de las variedades de caña de azúcar .....               | 24        |
|              | c. Examen al Microscopio.....                                     | 24        |
|              | d. Resumiendo, el examen microscopio.....                         | 30        |
|              | e. Determinación del % de polen fértil.....                       | 31        |
|              | f. Clasificación de variedades de acuerdo a días a floración..... | 32        |
|              | g. Duración de la floración.....                                  | 32        |
|              | h. Incidencia de la floración.....                                | 32        |
|              | i. Intensidad de la floración.....                                | 32        |
|              | j. Viabilidad de polen.....                                       | 32        |
|              | k. Poder germinativo.....   | 33        |
|              | l. Energía germinativa.....                                       | 33        |
| <b>IX.</b>   | <b>SEMILLA HÍBRIDA.....</b>                                       | <b>34</b> |
| <b>X.</b>    | <b>PROPUESTA DE CRUZAMIENTOS EN CAÑA DE AZÚCAR.....</b>           | <b>36</b> |
| <b>XI.</b>   | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                | <b>38</b> |
| <b>XII.</b>  | <b>CRUZAMIENTOS POSIBLES.....</b>                                 | <b>50</b> |
| <b>XIII.</b> | <b>CONCLUSIONES.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>XIV.</b>  | <b>RECOMENDACIONES.....</b>                                       | <b>53</b> |
| <b>XV.</b>   | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                            | <b>54</b> |
| <b>XVI.</b>  | <b>ANEXOS.....</b>  | <b>56</b> |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro N° 1. Lista de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....  | 17 |
| Cuadro N° 2. Registro de los principales parámetros meteorológicos observados durante los meses de ejecución del experimento de caña de azúcar (INIA). Lambayeque 2018.....   | 19 |
| Cuadro N° 3. Número de cruzamientos posibles de las variedades de caña de azúcar en estudio en la Estación Experimental Vista Florida. Lambayeque 2018.....   | 50 |
| Cuadro N° 4. Variedades en estudio que presentaron mayor floración (%) de la Estación Experimental Vista Florida. Lambayeque 2018.....  | 54 |
| Cuadro N° 5. Variedades de caña de azúcar según su comportamiento sexual de la Estación Experimental Vista Florida. Lambayeque 2018.....  | 57 |
| Cuadro N° 6. Grados de floración de las variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....   | 58 |
| Cuadro N° 7. Clasificación de variedades de caña de azúcar en estudio de acuerdo a días de la floración de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....   | 58 |
| Cuadro N° 8. Variables medidas de floración de las variedades de caña de azúcar en estudio que presentaron floración de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....                                | 60 |
| Cuadro N° 9. Resúmenes estadísticos para días a floración de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....   | 60 |
| Cuadro N° 10. Longitud promedio de la semilla botánica de las 14 variedades de caña de azúcar que florecieron expresada en milímetros de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....               | 61 |
| Cuadro N° 11. Diámetro promedio de la semilla botánica de las 14 variedades de caña de azúcar que florecieron expresada en milímetros de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....               | 61 |
| Cuadro N° 12. Energía germinativa y poder germinativo de la semilla botánica de las variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....                         | 62 |
| Cuadro N° 13. Análisis de la varianza % de floración caña de azúcar de las variedades en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....  | 39 |
| Cuadro N°14. Prueba de Tukey al nivel 0.05% de significancia de la variable % promedio de Floración, de las variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018..... | 39 |



|  |    |
|--|----|
| Cuadro N° 15. Análisis de la varianza de longitud de tallos (m) caña de azúcar de las variedades en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....  | 45 |
| Cuadro N° 16. Prueba de Tukey al nivel 0.05% de significancia de la variable longitud promedio de tallos de las variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental A. vista Florida. Lambayeque 2018..... | 45 |
| Cuadro N° 17. Análisis de la varianza del diámetro de tallos (m) caña de azúcar de las variedades en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....                                       | 46 |
| Cuadro N° 18. Prueba Tukey al nivel 0.05% variable del diámetro promedio de tallos de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....               | 47 |
| Cuadro N° 19. Análisis de la varianza de sacarosa (%) caña de azúcar de las variedades en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....  | 48 |
| Cuadro N° 20. Prueba Tukey al nivel 0.05% variable sacarosa (%) de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....                                  | 49 |
| Cuadro N° 21. Valores promedio de la floración de tallos de caña de azúcar (%) de las variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....                      | 63 |
| Cuadro N° 22. Valores promedio de la longitud de tallos de caña de azúcar (m) de las variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....                       | 64 |
| Cuadro N° 23. Valores promedio del diámetro de tallos de caña de azúcar (cm) de las variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....                        | 65 |
| Cuadro N° 24. Valores promedio de sacarosa de tallos de caña de azúcar (%) de las variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.....                          | 68 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico N ° 01: Floración de tallos de caña de azúcar (%). Lambayeque 2018..... | 63 |
| Gráfico N ° 02: Longitud de tallos de caña de azúcar (m). Lambayeque 2018.....  | 64 |
| Gráfico N ° 03: Diámetro de tallos de caña de azúcar (cm). Lambayeque 2018..... | 65 |
| Gráfico N° 04: Sacarosa en caña de azúcar (%). Lambayeque 2018.....             | 66 |

## **RESUMEN**

### **Caracterización de la floración de 20 variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.*), con fines de mejoramiento para la región cañera de Lambayeque-Perú**

El objetivo de este estudio fue generar conocimiento útil tendiente a incrementar el número potencial de hibridaciones y aprovechar eficientemente el germoplasma de caña del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria – Estación Experimental Agraria Vista Florida, para la obtención de nuevas variedades, que estén disponibles para los productores de la región Lambayeque.

El presente proyecto de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria Vista Florida (INIA) carretera a Ferreñafe (Lambayeque, Perú), Latitud Sur 06°43'34" Longitud Oeste 79°46'49, Altitud: 30 m.s.n.m. Temperatura: 18 - 32°C, Precipitación: 40 mm.

Se evaluaron 20 variedades en la Estación Experimental Agraria Vista Florida (INIA – 30 m.s.n.m), determinándose la incidencia, intensidad, viabilidad de polen, intervalos de floración y días flor para cada variedad. De las 20 variedades, 14 florecieron en la Estación Experimental Vista Florida, la mayor parte de las variedades iniciaron su floración y a su vez fueron clasificadas en tres grupos: precoces (abril-mayo), intermedias (junio – julio) y tardías (agosto – septiembre).

Los materiales que se usaron en campo y análisis en laboratorio fueron los siguientes: machete, palanas, cuerdas, palos, lupa, escaleras, tijeras, etiquetas, libreta de apuntes, cámara fotográfica, microscopio, yodo 0.1% normal, agua destilada, lámina, laminillas, bolsas de papel, bolsas plásticas, estiletes, alcohol, equipo de cómputo, etc.

Los parámetros de evaluación fueron los siguientes: Porcentaje de floración, Sexado de las variedades de caña de azúcar, Examen al microscopio, Determinación del % de polen fértil, Clasificación de variedades de caña de acuerdo a días de floración, incidencia de la floración, intensidad de la floración, viabilidad de polen, poder germinativo (P.G.), energía germinativa, longitud de semilla botánica en (mm), diámetro de semilla botánica en (mm), longitud de tallos (m), diámetro de tallo (cm), toneladas de azúcar por hectárea (TAH), % sacarosa en caña de azúcar, % brix en caña de azúcar .

De acuerdo a las evaluaciones realizadas de la floración de las diferentes variedades del presente trabajo de investigación, se llegó a la conclusión que es posible realizar hasta 33 cruzamientos biparentales de caña de azúcar en la Estación Experimental Agraria Vista Florida del INIA en la Región Lambayeque.

Se llegó a la conclusión que la variedad de caña de azúcar que presentó mayor intensidad de floración fue la variedad CP 80-1743 con un valor de 90.24% y la de menor intensidad de floración fue la variedad My 57-16 con un valor de 6.73%, siendo el promedio general del porcentaje de floración de las 20 variedades de caña de 33.06% y de las 14 variedades de caña de 47.23 % de floración.

Se concluyó que la incidencia de la floración de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio evaluadas en la región Lambayeque, solo presentaron floración 14 variedades de caña de azúcar: CP 74-2005 (60.68%), CP 80-1743 (90.24%), CP 81-1254 (67.39%), CP 82-1172 (87.59%), H 32-8560 (46.15%), H57-3775 (10.95%), LCP 88-454 (80.35%), Mex 69-290 (14.28%), My54-129 (86.73%), My 57-15 (63.82%), My 57-16 (6.73%), PCG 12-745 (8.59%), POJ 2878 (7.95%) y RB 72-454 (29.78%).

En conclusión, ninguna de las 14 variedades que presentaron floración y por ende semilla botánica, poseen buena energía germinativa o buen vigor, debido que no cumplieron la condición de las 2/3 partes de ellas que germinen en un máximo de 1/3 del tiempo, y para este caso específico en 2 días debió germinar una semilla, lo cual no ocurrió.

**Palabra clave:** Caña de azúcar, variedades, caracterización, floración, polen, mejoramiento.

## ABSTRACT

### **Characterization of the flowering of 20 varieties of sugarcane (*Saccharum* spp.), For improvement purposes for the Lambayeque-Perú sugarcane región**

The objective of this study was to generate useful knowledge tending to increase the potential number of hybridizations and efficiently take advantage of the cane germplasm of the INIA (National Institute of Agrarian Innovation - Vista Florida Agrarian Experimental Station), to obtain new varieties, which are available for the producers of the Lambayeque región.

This research project was carried out at the Vista Florida Agrarian Experimental Station (INIA) on the road to Ferreñafe (Lambayeque, Peru), South Latitude 06°43'34" West Longitude 79°46'49, Altitude: 30 masl Temperature: 18 - 32° C, Precipitation: 40 mm.

Twenty varieties were evaluated at the Vista Florida Agrarian Experimental Station (INIA – 30 m.a.s.l.), determining the incidence, intensity, pollen viability, flowering intervals and flower days for each variety. Of the 20 varieties, 14 flowered at the Vista Florida Experimental Station, most of the varieties began to flower and in turn were classified into three groups: early (April-May), intermediate (June-July) and late (August-May). September).

The materials used in the field and laboratory analysis were the following: machete, shovels, ropes, sticks, magnifying glass, ladders, scissors, labels, notebook, camera, microscope, 0.1% normal iodine, distilled water, sheet, foils, paper bags, plastic bags, stiletos, alcohol, computer equipment, etc.

The evaluation parameters were the following: Percentage of flowering, Sexing of the sugarcane varieties, Microscopic examination, Determination of the % of fertile pollen, Classification of cane varieties according to days of flowering, incidence of flowering, intensity of flowering, pollen viability, germinative power (PG), germinative energy, botanical seed length in (mm), botanical seed diameter in (mm), stem length (m), stem diameter (cm), tons of sugar per hectare (TAH), % sucrose in sugarcane, % brix in sugarcane

According to the evaluations made of the flowering of the different varieties of the present research work, it was concluded that it is possible to carry out up to 33 biparental sugarcane crosses at the Vista Florida Agrarian Experimental Station of INIA in the Lambayeque Region.

It was concluded that the sugarcane variety that presented the highest flowering intensity was the CP 80-1743 variety with a value of 90.24% and the one with the lowest flowering intensity was the My 57-16 variety with a value of 6.73. %, being the general average of the percentage of flowering of the 20 varieties of cane of 33.06% and of the 14 varieties of cane of 47.23% of flowering.

It was concluded that the incidence of flowering of the 20 varieties of sugarcane under study evaluated in the Lambayeque region, only 14 varieties of sugarcane showed flowering: CP 74-2005 (60.68%), CP 80-1743 (90.24% ), CP 81-1254 (67.39%), CP 82-1172 (87.59%), H 32-8560 (46.15%), H57-3775 (10.95%), LCP 88-454 (80.35%), Mex 69-290 (14.28%), My54-129 (86.73%), My 57-15 (63.82%), My 57-16 (6.73%), PCG 12-745 (8.59%), POJ 2878 (7.95%), and RB 72- 454 (29.78%).

In conclusion, none of the 14 varieties that showed flowering and therefore botanical seed, have good germinative energy or good vigor, because they did not meet the condition of the 2/3 parts of them that germinate in a maximum of 1/3 of the time, and for this specific case in 2 days a seed should have germinated, which did not happen.

Keywords: Sugarcane, varieties, characterization, flowering, pollen, improvement.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El Perú cuenta con 160 mil hectáreas de cultivo de caña de azúcar para la fabricación de azúcar, alcohol y derivados, ubicadas en los departamentos de Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima y Arequipa, contribuyendo actualmente con el 3.6% del PBI Agrícola. **PERUCAÑA** (2019).

492 mil personas dependen directa o indirectamente de la industria azucarera, y en los últimos 15 años, esta actividad ha generado más de 2 mil millones de soles por ingresos públicos, a través de impuestos, propiciando el desarrollo de grandes proyectos de irrigación como: Chavimochic, Olmos y el Alto Piura **MINAGRI** (2019).

La floración es catalogada como deseable para los mejoradores, pero indeseable para los productores de caña. En los programas de mejoramiento, el control de la floración es fundamental para el desarrollo de nuevas variedades, debido a que permite el cruzamiento entre variedades sobresalientes para las características agronómicas de interés. **SILVA** (2013).

Para los procesos de fitomejoramiento en caña de azúcar, el órgano que reviste mayor importancia es la flor, ya que permite realizar nuevas combinaciones híbridas. Aunque es reconocido que la floración tiene efectos negativos sobre el rendimiento.

Se ha determinado en algunos experimentos de campo, que la planta que florece en un 35% de sus tallos puede perder de 15% a 20% de su rendimiento normal (en toneladas de azúcar por hectárea).

Generalmente las plantas tienen distintas fases en su crecimiento y estas se pueden dividir en dos etapas: a) vegetativa y b) reproductiva. En la etapa vegetativa la planta pasa por los estados de crecimiento y desarrollo hasta alcanzar cierta madurez fisiológica, la cual la lleva a la etapa reproductiva donde el vegetal pasa por dos estados: a) floración y b) fructificación, siendo estos dos estados distintos.

El crecimiento vegetativo, y la fructificación, dependen de la nutrición de la planta, mientras que la floración, está regido por hormonas específicas.

La floración en la caña de azúcar se encuentra influenciada tanto por factores ambientales como, fotoperíodo, temperatura, humedad del suelo, insolación o radiación solar, intensidad de la luz solar, fertilidad del suelo, latitud y altitud; y por factores propiamente de la planta como edad fisiológica, sensibilidad de la variedad para florecer y estado nutricional de la planta. **JUÁREZ** (2005).

El objetivo de esta caracterización es la evaluación del comportamiento de la floración de 20 variedades de caña de azúcar para la región cañera de Lambayeque-Perú; el propósito es aumentar el potencial del número de combinaciones híbridas para el Programa de Mejoramiento Genético de Caña de Azúcar del INIA, en la Estación Experimental Agraria Vista Florida, para la obtención de nuevas variedades.



## II. ANTECEDENTES

En la caña de azúcar al igual que acontece con cualquier planta y ser vivo, existen manifestaciones biológicas naturales que, dependiendo del interés inmediato, se tornan aceptables y deseadas, por el contrario, resultan adversas y nada ambicionadas.

La floración es una de esas propiedades que vista desde la perspectiva del genetista o del productor resulta anhelada, en su caso discordante y divergente, virtud de que los objetivos pretendidos por ambos intereses son disímiles y hasta contrarios.

Sin flor no hay ninguna posibilidad de habilitar mediante el trabajo de mejora genética el cruzamiento natural entre plantas de caña, para obtener híbridos superiores potencialmente promisorios; ahí su relevancia y notoriedad. Asegura **POLO** (2005), que “En todo programa de mejoramiento de caña de azúcar, la floración, es una limitante, ya que de ella depende la generación de nuevos híbridos”. Inconvenientes refiriendo que la obtención de nuevas variedades forma por crecimiento natural. **POLO**, (2005).

No hay duda en reconocer que la búsqueda de genotipos sobresalientes que se adapten satisfactoriamente a los diversos ambientes productivos, mediante la identificación y aplicación de nuevas y mejores combinaciones híbridas, es la parte esencial de la labor de mejora genética de la caña, la cual continúa siendo la base primordial para la obtención de variedades comerciales **CHÁVEZ**, (2016). De hecho, en casi todos los cultivos agrícolas la obtención de variedades mejoradas por este medio ha demostrado ser la vía práctica correcta para incrementar los rendimientos, cosechar productos de mejor calidad y hacer de la agricultura un negocio provechoso y rentable. La caña de azúcar no es una excepción; ahí la importancia irrefutable de la flor como instrumento para ese fin. **SILVA** (2013).

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el proceso de mejoramiento genético de la caña de azúcar, la floración juega un papel importante, ya que en esta etapa del desarrollo de la planta se pueden realizar las combinaciones híbridas para la búsqueda de genotipos que se adapten a los diversos ambientes, que tengan un mayor rendimiento, que sean menos susceptibles a plagas y otros.

En los programas de mejoramiento, el control de la floración es fundamental para el desarrollo de nuevas variedades, debido a que permite el cruzamiento entre variedades sobresalientes para las características agronómicas de interés. Algunos de los factores que inhiben o inducen a la floración son el fotoperiodo temperatura, edad de la caña, humedad y condiciones químicas del suelo.

Debido a que no se tiene documentado el comportamiento de las variables de la floración de las variedades para estos dos ambientes: intensidad, incidencia, viabilidad de polen, días flor después de la siembra, viabilidad de polen e intervalo de floración, se hace necesario caracterizar estas variables para documentar y planificar de forma más eficiente los cruzamientos y la utilización del germoplasma. **SILVA, C** (2013).

#### **3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

En qué medida la floración en caña de azúcar permite incrementar el número de hibridaciones y aprovechar eficientemente el germoplasma de caña de azúcar.

#### **3.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La caña de azúcar en el Perú si bien se cultiva en la selva y valles interandinos, la mayor área se localiza en la costa, cuyas condiciones climáticas y edáficas únicas, permiten sembrar y cosechar durante todo el año, y obtener rendimientos excepcionales. El mayor uso industrial de la caña es para la producción de azúcar; que abarca 160,000 hectáreas sembradas, de las cuales el 65% corresponde a 10 ingenios azucareros y el 35% restante a sembradores independientes.

En el cultivo de caña de azúcar no se ha realizado innovaciones tecnológicas desde hace más de 30 años y se continua con tecnología de la década del 70, uso de variedades que

datan de mucho antes de la década del 50, dando lugar a una menor productividad respecto a países vecinos como Colombia y Brasil.

La razón por la que planteamos este trabajo de investigación es para tener alternativas tecnológicas como la generación de nuevas variedades de caña para la industria azucarera nacional.

El estudio de la floración es para facilitar los procesos de mejoramiento genético en caña de azúcar; siendo el órgano que reviste mayor importancia la flor, ya que permite realizar nuevas combinaciones híbridas para la producción de semilla sexual.

La floración de la caña significa la culminación del desarrollo de la planta, que bajo ciertas condiciones naturales y de manejo, permite la formación de la semilla verdadera, que da origen a nuevas plantas, que bajo condiciones de manejo en campo definitivo, se logra seleccionar variedades con alto potencial productivo de caña y azúcar, y con amplio rango de adaptabilidad a diferentes pisos altitudinales.

### **3.3. OBJETIVO GENERAL**

Generar conocimiento útil tendiente a incrementar el número potencial de hibridaciones y aprovechar eficientemente el germoplasma de caña del INIA, para la obtención de nuevas variedades, que estén disponibles para los productores de la Región Lambayeque.

### **3.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la incidencia e intensidad de la floración en variedades progenitoras de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), para la realización de cruzamientos.
- Clasificar las variedades progenitoras de caña de azúcar, en base a su época de floración y al tipo de sexo.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Clasificación de la Caña de Azúcar**

**HUMBERT** (1974), la caña de azúcar pertenece a la familia Poaceae y al género *Saccharum*. Dentro de este género se considera que existen seis especies, dos silvestres y cuatro domesticadas; las silvestres corresponden a *S. spontaneum* y *S. robustum* y las domesticadas *S. edule*, *S. barberi*, *S. sinensis* y *S. officinarum* **HUMBERT**, (1974), de las cuales se derivan las variedades de caña de azúcar cultivadas hoy en día. El número

de cromosomas es variable dentro de cada especie lo cual ha inducido a una variación genética amplia en sus progenies cuando ellas han sido utilizadas en cruces ínter específicos.

**FLORES** (2001), indica que posterior a los trabajos de Linneo hubieron diversos intentos de clasificación de varios autores: roxburgh (1832), hooker (1897) y otros, siendo el sistema de Jeswiet (1925) el que tiene mayor aceptación y junto con las modificaciones de Artschwager y Brandes (1958), dividen al género *Saccharum* en 6 especies que son: *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. barberi*, *S. sinense*, *S. robustum* y *S. edule* ; señalando el siguiente esquema como clasificación taxonómica de la caña de azúcar:

|                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| <b>Reino:</b>       | Vegetal               |
| <b>División:</b>    | Fanerógamas           |
| <b>Subdivisión:</b> | Angiospermas          |
| <b>Clase:</b>       | Monocotiledóneas      |
| <b>Orden:</b>       | Glumíferas            |
| <b>Familia:</b>     | Gramineae             |
| <b>Subfamilia:</b>  | Panicoidea            |
| <b>Tribu:</b>       | Andropogoneae         |
| <b>Subtribu:</b>    | Sacarineae            |
| <b>Género:</b>      | <i>Saccharum</i>      |
| <b>Especie:</b>     | <i>S. officinarum</i> |

#### **4.2. Género *Saccharum***

El género *Saccharum* corresponde a un complejo constituido por seis especies cuatro domesticadas (*S. officinarum*, *S. edule*, *S. barberi* y *S. sinensis*) y dos silvestres (*S. spontaneum* y *S. robustum*).

##### ***Saccharum officinarum***

Esta especie es originaria de Nueva Guinea, de donde se extendió a Indonesia, Indochina, Burma, India y a otros lugares. Es conocida como la caña “noble”. Se caracteriza por su alto contenido de sacarosa, tallos gruesos y pesados, con bajo contenido de fibra y altura media. Los entrenudos son cortos, en forma de barril, generalmente coloreados (rosado, rojo, amarillo púrpura, verde, entre otros); las hojas son anchas y se desprenden con facilidad. Son exigentes en clima y suelo; también son muy susceptibles a enfermedades.

Generalmente los clones de esta especie, tienen un número cromosómico  $2n = 80$ ; sin embargo, en clones comerciales se han observado variaciones cromosómicas que oscilan entre  $2n = 100-140$ . Varias de las características antes citadas hacen de esta especie un material ideal desde el punto de vista industrial y agronómico.

#### **4.3. Floración**

La floración es el producto final de un conjunto de efectos acumulativos que están relacionados con aspectos ambientales. Estos producen diversos cambios metabólicos en la planta, quedan origen finalmente a la yema floral. Se estima que el proceso ocurre en cinco fases:

1. Inducción del estímulo floral.
2. Diferenciación del ápice e inicio del desarrollo de la inflorescencia.
3. Crecimiento y desarrollo del raquis y partes de la flor.
4. Emergencia de la inflorescencia.
5. Apertura de las partes florales

La floración constituye una herramienta muy importante en los trabajos de mejoramiento genético. Sin embargo, desde el punto de vista productivo es indispensable, debido a que puede disminuir el rendimiento de caña y sacarosa por unidad de área. Este cambio en el crecimiento de la yema de vegetativo a reproductivo, impide la formación de nuevos entrenudos. Además, surgen tres implicaciones importantes:

El gasto de energía que involucra el proceso, (la energía es tomada del tallo en forma de sacarosa cuando ésta se invierte). La formación de “corcho” que disminuye el peso del tallo y reduce la recuperación de sacarosa durante el procesamiento.

La formación de “lalas” (brotación de yemas laterales) en el último tercio del tallo, como consecuencia de la pérdida de la dominancia apical. Esto ocasiona una disminución en la calidad de los tallos y además implica un gasto de energía adicional.

La inflorescencia es una panícula abierta y ramificada en forma de flecha; las espiguillas están dispuestas en pares, y en cada par una espiguilla es sésil y la otra pedicelada. Generalmente están rodeadas de pelos largos semeando una apariencia sedosa a la inflorescencia. Las flores son hermafroditas y la estructura de la flor de afuera hacia adentro tiene dos brácteas, llamadas gluma interior y exterior; continúa la lemma estéril, llamada gluma 3; en la base del ovario hay dos lodículos.

Continúa el androceo, que tiene tres estambres; luego el gineceo (con un ovario y el pistilo). El fruto que se conoce como semilla (fuzz) es una cariósida pequeña como resultado de una cruce entre dos o más variedades (progenitores).

### **Edad del cultivo**

La caña presenta una fase juvenil, en la cual los tallos inmaduros no florecen; aspecto muy relacionado con la variedad y edad de los tallos. En los retoños esta fase ocurre alrededor de 1 a 1.5 meses antes que en la caña planta; en las variedades floreadoras la fase juvenil es corta. Esta fase por lo general concluye cuando se forman entre 2 y 4 entrenudos (contados desde la base).

### **Fotoperíodo**

El fotoperíodo se refiere a la respuesta de las plantas a la duración diaria de la luz: unas lo hacen en días largos y, por lo tanto, florecen en días largos en aumento; también las hay de días cortos, que florecen en los días cortos que preceden a los días largos; otras sólo florecen bajo un rango estrecho de longitud del día y se conocen como intermedias. Los clones de caña responden en forma diferencial a la duración de la luminosidad diaria. Existe bastante controversia en relación con el fotoperíodo requerido para la caña; en un tiempo se consideró que el fotoperíodo inductivo era el mismo para todas las variedades. Sin embargo, actualmente se acepta que los distintos clones tienen diferente respuesta a la duración de la luz. La mayoría se ubica dentro del grupo de fotoperíodo intermedio. La mención del Dr. Silverio Flores Cáceres, el uso más valioso de las cámaras oscuras es inducir las variedades de *S. officinarum* y los híbridos F, a que florecen simultáneamente a fin de buscar nuevas combinaciones con ‘‘sangre silvestre’’; sin embargo, esta actividad es tardía y costosa, y solamente se logra si se emprende en gran escala. La operación de las cámaras de fotoperíodo que instaló el IMPA en Córdoba, y Tapachula, Chiapas. Fueron poco utilizadas debido a la magnífica floración natural que se tienen en dichos lugares.

### **Intensidad lumínica**

Para su normal desarrollo, la caña requiere una intensidad lumínica elevada. Las necesidades de la luz durante el período inductivo son altas. Si se produce una filtración de la luz durante esta fase, los tallos florecerán menos, fenómeno que puede observarse cuando otro grupo de tallos es expuesto completamente a la luz.

### **Interrupciones del período oscuro con luz**

La floración de la caña puede ser prevenida cuando el período nocturno es interrumpida con luz, durante las 10 ocasiones (que es el mínimo requerido), sobre todo en la fase final del período oscuro. La floración se atrasa cuando la interrupción del período oscuro ocurre después de la inducción en cualquier estado de desarrollo de la inflorescencia.

### **Característica del espectro de luz**

La longitud de onda tiene influencia sobre la floración, según sea el tipo de luz y longitud. La franja media del espectro visible de la luz es inhibitoria para la floración, mientras los extremos del espectro no lo son.

### **Altitud**

La altitud tiene su importancia porque está relacionada con la temperatura. En zonas elevadas las temperaturas disminuyen e inhiben la floración; por el contrario, en zonas bajas donde la temperatura es cada vez mayor, se favorece el proceso.

### **Temperatura**

La temperatura tiene un efecto directo sobre la inducción floral, desarrollo de la panícula y viabilidad del polen. Tanto las temperaturas mínimas durante la noche, como la máxima durante el día, son inhibitorias de la floración. Cuando la temperatura diurna excede a los 32 °C y la temperatura nocturna disminuye a 18 °C., la floración se reduce. La inducción máxima ocurre entre los 21 y 27 °C. Algunos investigadores han sugerido, que la temperatura máxima tiene un efecto indirecto al aumentar la evapotranspiración, causando estrés por falta de humedad.

### **Humedad**

Los efectos de la humedad y la temperatura están enteramente relacionados. Un período de estrés hídrico que coincida durante el período inductivo puede afectar el desarrollo floral retrasando el proceso de iniciación, la tasa de crecimiento de la inflorescencia y la emergencia de la panícula; bajo condiciones más drásticas, podría inhibirla, y si el proceso se ha iniciado este puede revertirse y provocar una reducción de la floración. La disminución de las lluvias o reducción del riego durante el mes que precede al período inductivo reduce considerablemente la floración.

## **Nutrición**

La floración es máxima en plantas con crecimiento vigoroso cuya condición nutricional disminuye durante el período inductivo. Aplicaciones elevadas de nitrógeno en el período crítico tienen algún efecto, reduciendo la floración. Esto se aprecia en forma evidente en caña joven que ha logrado apenas alcanzar la madurez fisiológica (en comparación con cañas más viejas) porque el Nitrógeno puede tener un papel importante dándole mayor vigorosidad al tallo, **MOORE**, (1974).

### **4.4. Floración en caña de azúcar**

La floración tiene gran influencia en dos aspectos: el primer aspecto se remite a la producción del azúcar, que se ve disminuida debido a que la planta utiliza gran parte de la energía (carbohidratos y sacarosa) presente en su tallo para la formación de la inflorescencia, disminuyendo su rendimiento.

El segundo aspecto es el mejoramiento genético, donde se utiliza la floración para la realización de cruzamientos, evento trascendental para los ensayos de nuevas combinaciones híbridas en programas de mejoramiento.

Para estos programas la floración es importante ya que da origen a los mecanismos para la producción de nuevas combinaciones híbridas, indispensables en los programas de mejoramiento genético a nivel mundial.

Por esto en muchos países donde las condiciones no favorecen a la floración en condiciones naturales, promueven y se experimentan con la inducción artificial de la floración persiguiendo la sincronización de las variedades de caña de azúcar a cruzar, **SOTO, GJ.** (1999).

A partir de cierta edad la yema apical se puede transformar en yema floral. La influencia de la latitud es preponderante en la floración; pero, sobre todo, la disminución de la longitud del día; sin embargo, ciertas variedades no florecen y otras pueden hacerlo hasta más del 90%. Los entrenudos y las vainas se alargan, las hojas se acortan y el bordo se hace visible antes de comenzar a abrirse la inflorescencia o banderilla, **FLORES**, (2001).

### **4.5. Morfología de la flor de caña de azúcar**

La caña de azúcar presenta dos fases de desarrollo. La vegetativa, originada por la división celular en los puntos de crecimiento; y la reproductiva o de floración, que es una continuación de la anterior, y ocurre cuando las condiciones ambientales de fotoperíodo,



temperatura, disponibilidad de agua y nivel de nutrición en el suelo son favorables, **MOORE**, (1987; CENICAÑA, 1987, 1988, 1989 y 1990).

La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa en forma de espiga. Está constituida por un eje principal con articulaciones en las cuales se insertan las espiguillas, una frente de la otra; éstas contienen una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas.

Cada flor está rodeada de pubescencias largas que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso. En cada ovario hay un óvulo el cual, una vez fertilizado, da origen al fruto o que viene en la semilla botánica.

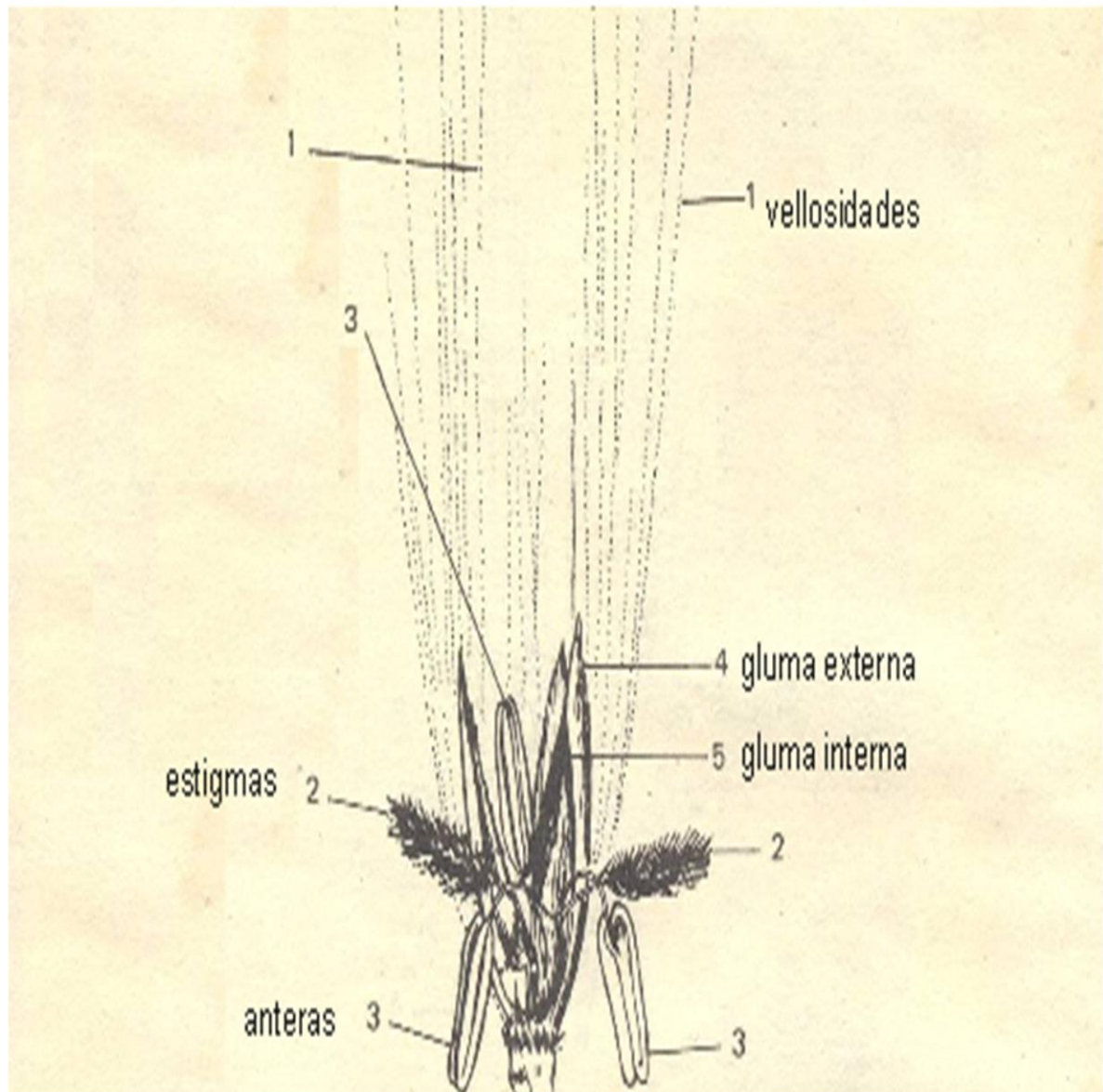
Por lo tanto, lo que comúnmente se conoce como semilla es una cariósipide. El fruto es de forma ovalada de 0.5 mm de ancho y 1.5 mm de largo, aproximadamente, **MOORE**, (1987; CENICAÑA, 1987, 1988, 1989 y 1990).

Las flores se agrupan en el tipo de inflorescencia llamada panícula, que se desarrolla a continuación del crecimiento de la yema terminal del tallo.

La panícula o espiga (conocida también como banderilla), está constituida por el raquis o eje central de la inflorescencia, del cual se abren en espiral los raquis secundarios donde se insertan las flores o espiguillas, que en la caña se presentan de dos en dos, siendo la inferior sésil o sentada y la superior pedicelada. La flor en las gramíneas forrajeras (zacates) está formada por glumas y brácteas u hojas rudimentarias de estructura coriácea o escamosa. Algunas de estas hojas protegen a los estambres y pistilos, elementos esenciales para la producción de semilla.

La florecilla de la caña está formada por cuatro glumas que son: gluma exterior, gluma interior, tercera gluma o lemma fértil. El androceo está compuesto de tres estambres con anteras biloculares, así como los dos lodículos hialinos; el gineceo está compuesto por el ovario, el estilo que es doble y los estigmas que son plumosos. En la época de la maduración de la flor, los lodículos, que son muy pequeños, aumentan de tamaño, lo que permite a las anteras de los estambres ponerse en contacto con los estigmas, verificándose, así la fecundación. **FLORES** (2001).

# Partes de la flor



**Imagen 1. Partes de la flor de caña de azúcar (*Saccharum spp.*)**

**Fuente:** Flores, (2001)

#### **4.6. Polen y fecundación**

##### **a. Viabilidad del Polen**

Esta variable es de gran importancia ya que para poder conocer a los progenitores (masculino y femenino), es fundamental conocer la cantidad de polen fértil del que se dispone. Debido a algunas anormalidades meióticas asociadas con la constitución genética compleja de los híbridos de caña de azúcar, es necesario confirmar que el polen de los progenitores masculinos sea normal, fértil y funcional. Esta característica indica el porcentaje de polen que tiene características de poder fecundar el ovario del progenitor hembra y esto se obtiene mediante el procedimiento conocido como sexado, **KRISHNAMURTHI**, (1978).

##### **b. Polen y Germinación**

El polen es una célula especializada altamente sensitiva a la luz, la temperatura y la humedad. Según **KRISHNAMURTHI**, (1978) la germinación del polen es un factor genético, así como su habilidad para sobrevivir condiciones adversas y de conservación. El crecimiento del tubo se da de manera vigorosa en las primeras cuatro horas de que el polen alcanza el estigma, luego de esto el crecimiento es más lento y el tiempo que alcanza en llegar al micrópilo está estimado entre 32 a 60 horas, esto dependiendo de la variedad. En híbridos de *S. officinarum* x *S. spontaneum* el crecimiento completo del tubo polínico dura alrededor de las 40 horas, mientras que en variedades nobles este proceso es más lento, **KRISHNAMURTHI** (1978).

#### **4.7. Inducción de la floración**

Para inducir la floración en caña de azúcar se utilizan dos técnicas básicas como lo son por medios naturales y artificiales.

**a. Inducción natural** (utilizando microclimas con condiciones favorables para la floración).

Esta técnica consiste en hacer un análisis edafoclimático (precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, iluminación, propiedades físicas y químicas del suelo) de aquellos microclimas que se encuentran cerca de zonas montañosas, o las que se presupone que reúnen condiciones favorables para la floración. Allí se llevan las variedades que no florecen en los campos de producción y que tienen características de

interés como progenitores y comprobar así, si este microclima es bueno para inducir a la floración, aumentar la fertilidad del polen, así como para la formación de semilla botánica, **CASSALET** (1993).

**b. Inducción artificial (regulación del fotoperíodo para la inducción de la floración).**

Esta técnica es muy utilizada en todos aquellos países en donde la caña de azúcar no florece en condiciones naturales, debido a sus características climáticas. Para su empleo es necesario disponer de construcciones que permitan regular el fotoperíodo de acuerdo a las necesidades de floración de la caña de azúcar, **CASSALET** (1993).

**4.8. Incidencia e Intensidad de la floración**

Se dice que hay incidencia de la floración cuando se presenta emergencia de la panícula, esta se da en todas las variedades que encuentran la cantidad de horas luz adecuadas para la formación del primordio floral. La intensidad de la floración es la cantidad de panículas que se da en relación al número de tallos y se expresa en porcentaje, **ALEXANDER**, (1973).

$$\text{Intensidad \% de floración} = \frac{\text{Número total de inflorescencias} \times 100}{\text{Número total de tallos maduros}}$$

**Escalas de calificación para flor:**

| Calificación | Incidencia (%)   |
|--------------|------------------|
| Nula         | 0 % de floración |
| Escasa       | De 0.1 a 20 %    |
| Regular      | De 20.1 a 50 %   |
| Profusa      | De 50.1 a 80 %   |
| Muy profusa  | Mayor a 80 %     |

Fuente: Flores, (2001).

#### 4.9. Sexado

La caña de azúcar es una planta hermafrodita, es decir que en las flores se encuentran tanto, los órganos machos (estambres con sus anteras), cuanto las hembras (ovario con estilo y estigma) y su sexo se mide por la cantidad de polen fértil que liberan las anteras conforme a la siguiente escala:

**MACHOS:** Más del 50% de polen fértil = Muy buenos

Del 30% al 50% de polen fértil = Buenos

Del 21 a 29% de polen fértil = Regular

**HEMBRAS:** Del 0 al 10% de polen fértil = Muy buenas

Del 10 al 20% de polen fértil = Buenas

Se debe tener presente que algunas variedades cambian de sexo de un año a otro, y en ocasiones de una semana a otra por lo tanto, la determinación del sexo con fines de cruzamientos se hará anualmente.

También es recomendable usar como machos las variedades que contienen más del 30 % de polen fértil, y como hembras las que contienen menos del 20 %. Entre 20 y 30 % se pueden usar indistintamente como machos o como hembras, según las necesidades del trabajo diario de cruzamientos. **FLORES** (2001).

#### 4.10. Caracterización

Al caracterizar recursos fitogenéticos, nos referimos a estimar todos los caracteres posibles de un individuo, así como conocer y cuantificar la diversidad biótica que se está conservando. En definitiva se trata de dar respuesta a las siguientes preguntas:

A. ¿Cuánta diversidad existe?

B. ¿Cuánta debe ser conservada?

C. ¿Cuánta es relevante?

#### **4.11. Caracterización morfológica**

Los datos de caracterización y evaluación preliminar permiten discriminar e identificar los fenotipos conservados. Generalmente con variables de alta heredabilidad, que pueden ser detectadas a simple vista y que se expresan de la misma forma en todos los ambientes. Los descriptores de evaluación definen una característica o un atributo de los fenotipos conservados, por ejemplo: color del fruto, tamaño de la semilla, días a emergencia, época de floración, y otros, estos descriptores son establecidos por comisiones de expertos, de tal forma que las caracterizaciones realizadas en distintos puntos sean comparables y la inclusión de los datos en las bases informáticas y el manejo de dicha información pueda realizarse de una manera sencilla, **SILVA** (2013).

Las caracterizaciones presentan las siguientes ventajas:

- a. Datos que permiten discriminar e identificar los fenotipos conservados.
- b. Los resultados obtenidos suelen ser congruentes.
- c. Se emplea un descriptor que utiliza variables de alta heredabilidad, fácilmente detectables a simple vista.

Las caracterizaciones presentan las siguientes dificultades:

- a. Datos influenciados por condiciones ambientales.
- b. Es necesario, muchas veces, esperar muchos años para poder caracterizar eficientemente.
- c. Es imposible determinar el genotipo de la planta

### **V. HIPÓTESIS**

**Ho:** ninguna caracterización de la floración de las variedades de caña es eficiente para las hibridaciones en mejoramiento genético de la caña de azúcar.

**Ha:** al menos una caracterización de la floración de las variedades de caña es eficiente en las hibridaciones en mejoramiento genético de la caña de azúcar.

### **VI. VARIABLES**

- a. **Variable independiente:** caracterización de la floración.
- b. **Variable dependiente:** fines de mejoramiento para las hibridaciones.

## VII. MARCO METODOLÓGICO

### 7.1. Materiales y métodos

#### 7.1.2 Material Genético

En la caracterización se evaluaron un total de 20 variedades de caña de azúcar y seleccionadas en una caracterización previa. Estas variedades constituyen parte de la colección nacional de variedades de caña de INIA, en la Estación Experimental Agraria Vista Florida.

En el mundo existen varias técnicas para inducir la floración en caña de azúcar, como es el fotoperíodo, manejo de temperaturas, manejo de fertilización nitrogenada, etc. Sin embargo, en el presente trabajo de investigación, sólo aprovecharemos la floración natural de las variedades que genéticamente tienen la tendencia a florecer.

**Cuadro N°01:** Variedades de caña de azúcar en estudio.

| N° | Variedades  | Origen         |
|----|-------------|----------------|
| 01 | Co 622      | India          |
| 02 | CP 72-2086  | Estado Unidos  |
| 03 | CP 74-2005  | Estados Unidos |
| 04 | CP 80-1743  | Estados Unidos |
| 05 | CP 81-1254  | Estados Unidos |
| 06 | CP 82-1172  | Estados Unidos |
| 07 | CP 85-1382  | Estados Unidos |
| 08 | H 32-8560   | Estados Unidos |
| 9  | H 57-3775   | Estados Unidos |
| 10 | LCP 86-454  | Estados Unidos |
| 11 | Mex 68-P 23 | México         |
| 12 | Mex 69-290  | México         |
| 13 | Mex 69-420  | México         |
| 14 | My 54129    | Cuba           |
| 15 | My 5715     | Cuba           |
| 16 | My 5716     | Cuba           |
| 17 | PCG 12-745  | Perú           |
| 18 | POJ 2878    | Indonesia      |
| 19 | POJ 2883    | Indonesia      |
| 20 | RB 72454    | Brasil         |

Fuente: Memoria Anual Caña Azúcar del INIA. 2008.

**a) Materiales en campo:**

- ❖ Machetes
- ❖ Palanas
- ❖ Cuerdas
- ❖ Palos
- ❖ Lupa
- ❖ Escaleras
- ❖ Tijeras
- ❖ Etiquetas
- ❖ Libreta de apuntes
- ❖ Cámara fotográfica, etc.

**b) Para análisis en laboratorio**

- ❖ Microscopio
- ❖ Yodo 0.1% Normal
- ❖ Agua destilada
- ❖ Lámina
- ❖ Laminillas
- ❖ Bolsas de papel
- ❖ Bolsas plásticas
- ❖ Estiletes
- ❖ Alcohol,
- ❖ Equipo de Cómputo, etc.

**7.1.3 Tipo de investigación**

El trabajo de investigación se realizará bajo la modalidad experimental.



## VIII. METODOLOGÍA EN CAMPO

### 8.1 Lugar de Ejecución

El presente proyecto de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria Vista Florida (INIA) carretera a Ferreñafe (Lambayeque, Perú), Latitud Sur 06°43'34" Longitud Oeste 79°46'49, Altitud: 30 m.s.n.m. Temperatura: 18 - 32°C, Precipitación: 40 mm.

### 8.2 Climatología

En la Estación Meteorológica de la Estación Experimental Agraria Vista Florida (INIA), se tomaron los datos de temperatura, humedad relativa durante los meses que duró el experimento (Cuadro 2).

Como se puede apreciar los rangos de temperatura y humedad relativa fueron adecuados para el desarrollo del cultivo de caña de azúcar.

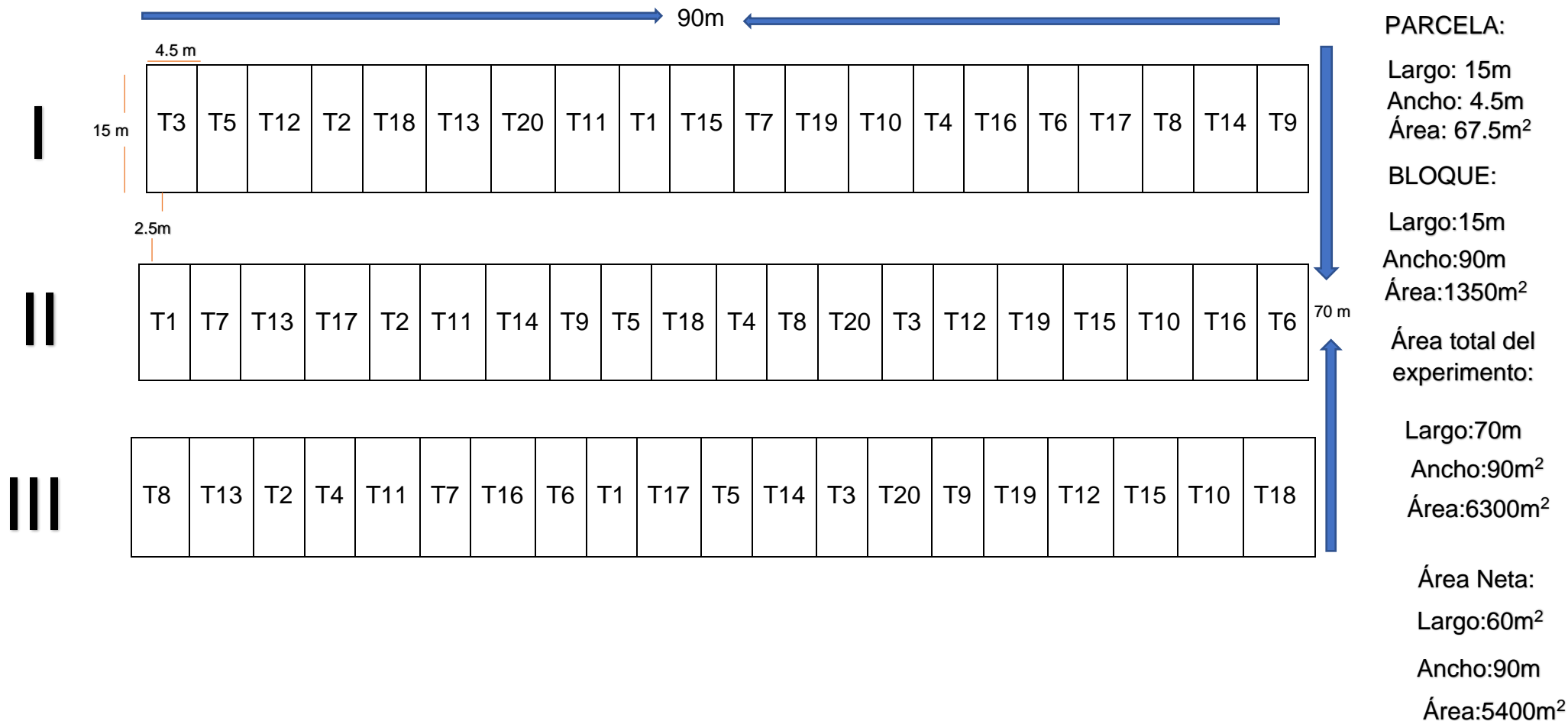
**Cuadro N°02.** Registro de los principales parámetros meteorológicos observados durante los meses de ejecución del experimento de caña de azúcar.

| PARÁMETRO<br>METEOROLÓGICO | MESES FEBRERO-SEPTIEMBRE-2018 |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                            | Feb                           | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Prom  |
| Temperatura Mínima (°C)    | 16,3                          | 15,1 | 17,2 | 16,5 | 20,5 | 18,8 | 19,7 | 18,7 | 17,85 |
| Temperatura Media (°C)     | 19,9                          | 18,4 | 20,6 | 21   | 24,5 | 25,3 | 25,6 | 24,3 | 22,45 |
| Temperatura Máxima (°C)    | 26,4                          | 23,9 | 27,1 | 28,6 | 31,1 | 32,3 | 33,2 | 31,7 | 29,28 |
| Humedad Relativa (%)       | 89                            | 86   | 81   | 77   | 72   | 70   | 76   | 74   | 78,12 |

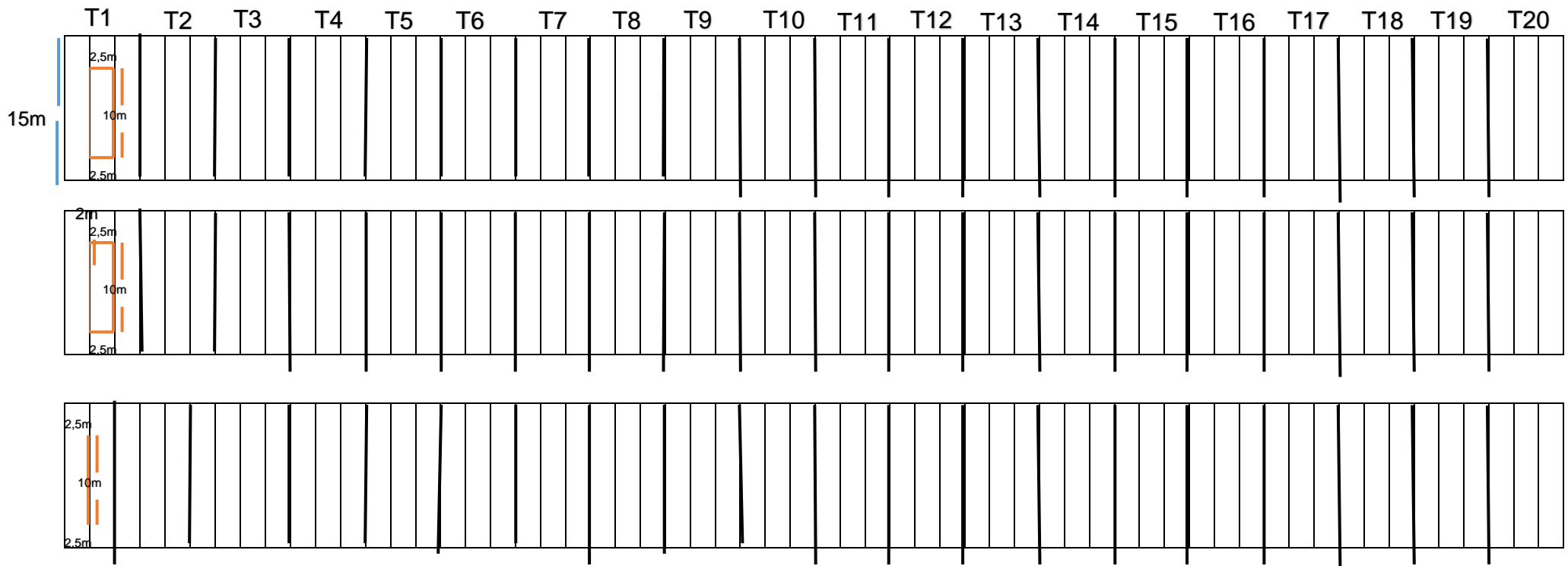
**Fuente:** Estación meteorológica de la Estación Experimental Agraria Vista Florida (INIA)-2018.

### 8.3. Área Experimental

Distribución de los 20 Tratamientos (variedades de caña de azúcar en estudio).



#### 8.4 . Croquis de la Parcela Experimental.



## 8.5 Preparación del campo

Es imposible obtener rendimientos altos, si es que el sistema radicular no encuentra las condiciones favorables para su desarrollo óptimo. Se deben realizar todos los esfuerzos posibles, para asegurar que las condiciones físicas del suelo sean satisfactorias y para que los nutrientes y la humedad no sean factores limitantes. La preparación de los suelos para la siembra, es la actividad que demanda mayor consumo de energía mecánica. La energía necesaria es determinada por el tipo de implemento utilizado, la profundidad de la labranza, la compactación del suelo y la textura del mismo. La renovación de los campos que han estado sembrados con caña de azúcar, es una actividad rutinaria en las aéreas azucareras.

La decisión de renovar un campo se toma cuando:

- Los rendimientos disminuyen a través de los cortes
- El valor del azúcar producido no llega a superar los costos de producción.

Los rendimientos pueden disminuir debido a:

- Despoblación: bajo número de tallos y cepas.
- Baja capacidad soquera de la variedad.
- Problemas edáficos: cambios en las propiedades químicas (fertilidad), físicas (compactación) y biológicas.
- Problemas de manejo en las prácticas agrícolas durante el desarrollo del cultivo, no repara a las 7 t caña/ha/mes.

En las empresas azucareras del Perú, cada año se renueva entre 10 y 20% de la superficie cultivada de acuerdo al rol de renovación o abandono de los campos, que toma en cuenta factores económicos y técnicos.

La preparación de los suelos debe ser óptima considerando que, para obtener rendimientos máximos de caña de azúcar, se requiere primero un buen inicio y luego un adecuado desarrollo del cultivo.

En la preparación de labores, se debe tener en cuenta que los campos se renuevan por lo menos cada seis a ocho años (una caña planta y cuatro cañas socas), bajo las condiciones de la costa peruana.

## **8.6 Siembra**

La caña de azúcar se siembra todo el año, pero es recomendable realizar siembras intensas durante los meses de octubre a marzo, debido a las condiciones climáticas favorables para el brotamiento y macollamiento.

Las labores de siembra la realizan personas especializadas, por ser una labor de mucha exigencia física.

La plantación es una de las etapas más críticas de la producción de caña de azúcar e involucra una inversión económica del 20,5 % del costo total anual, considerando cinco años de amortización.

Al ser la caña de azúcar un cultivo semiperenne, los errores que se cometan en la selección de la semilla, en la preparación del suelo, en la elección de la variedad, en el diseño, época y densidad de plantación, se reflejan en los años que dure el cañaveral. Por lo tanto, la plantación es una fase fundamental para optimizar la productividad.

El área anual de siembra en el Perú es igual al de la preparación de los suelos, es decir 10-20% de la superficie cultivada, menos 6 a 8% de calles.

Las variedades cultivadas de caña son altamente heterocigotas y en consecuencia, hay que propagarlas por medio de trozos de tallo denominados estacas que se obtienen en los semilleros de caña.

La calidad de la semilla juega un rol trascendental en el desarrollo de una plantación y en su producción final. Un cultivo como el de la caña, que se aprovechará a lo largo de varios cortes, requiere desde su inicio, de un manejo adecuado, incluyendo el uso de semilla de óptima calidad.

## **8.7 Parámetros de Evaluación**

Los parámetros de evaluación son los siguientes:

### **a. Porcentaje de floración**

Sobre la base del número de tallos florecidos y el número de tallos muestreados por unidad experimental, se calculó el porcentaje de floración de cada variedad de caña en estudio, cuya evaluación se realizó en cada uno de los puntos de muestreo seleccionados, para poder identificar el final de la floración como el momento en que dejaron de aparecer nuevas inflorescencias.

**b. Sexado de las variedades de caña de azúcar.**

Para el sexado existen varios métodos como el examen con lupa y el examen con microscopio; sin embargo, para el presente trabajo de investigación se empleó el método del examen con microscopio, por ser más sencilla y eficiente.

**c. Examen al microscopio**

Es un método más preciso que el anterior, a continuación, se mostrará el procedimiento efectuado:

La caña es una planta alogama que tolera la autofecundación, su flor es bisexual (hermafrodita) por eso la recolección tiene que darse cuando la floración recién esta aperturando y aún no ha sido fecundada la semilla, este punto es muy importante para poder determinar el sexado.

Se recolectó las muestras de campo desde 6:30 a.m. hasta 8:00 a.m.



**Imagen N° 02** Inflorescencia recolectada en campo desde 6:30 a.m. hasta 8:00 a.m., de los campos del INIA.

- Se tomaron 4 espiguillas

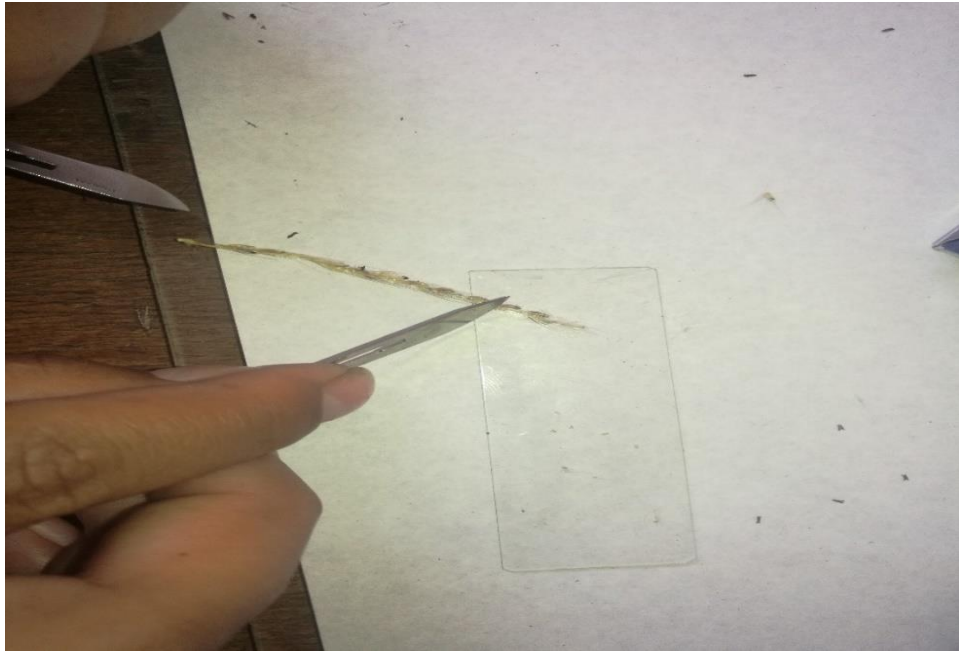


**Figura N°3.** De la inflorescencia se retiraron 4 espiguillas de la inflorescencia.



**Imagen N° 4.** Vista del desprendimiento de las 4 espiguillas de la inflorescencia de caña de azúcar.

De las 4 espiguillas se extrajeron 4 flores sésiles (adheridas a la espiguilla) y 4 flores pediceladas, las cuales se colocaron en una lámina de vidrio.



**Imagen N° 05.** Vista de la extracción de flor sésil y pedicelada, Laboratorio del INIA.



Con unos estiletes se extrajeron 3 anteras (polen) en total se extrajeron 24 anteras de las 8 florecillas de la caña de azúcar.



**Imagen N° 06.** Vista del polen que aún no ha sido fecundado.

Una vez colocada las anteras en la lámina de vidrio, se le colocó una gota de yodo 0.1 N preparado en la forma siguiente:

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| <b>Yodo Metálico Q. Puro</b>  | 1.27 gr. |
| <b>Yoduro de potasio Q.P.</b> | 5.00 gr. |
| <b>Agua destilada</b>         | 100 ml.  |

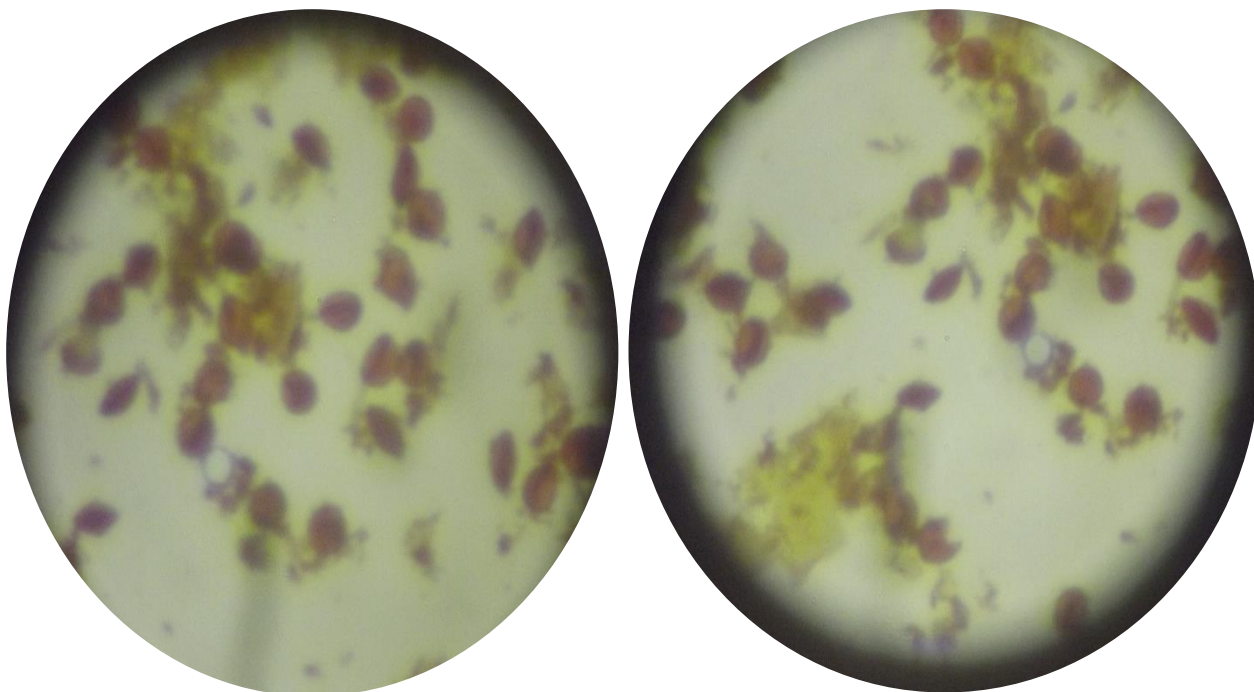


**Imagen N° 07 y 08.** Vista de colocación de Yodo, y a su vez se le hizo un ligero frotamiento con una laminilla cubreobjetos, la finalidad que el Yodo se esparza por todo el polen.

Siguiendo con el procedimiento se llevó analizar la muestra en el estereoscopio para analizar el conteo de la cantidad de polen masculino el cual es el que tiene el almidón y es fértil. Se hicieron 5 lecturas, en cinco campos diferentes de la laminilla, colocando la muestra en distintas posiciones, y haciendo el conteo respectivo de polen fértil y estéril.



**Imagen N° 9.** Vista del polen teñido con el Yodo, listo para la lectura en el microscopio y/o estereoscopio.



**Imagen N° 10-11.** Vista de los granos de polen teñidos con yodo, en estereoscopio, y a su vez se procedió con las 5 lecturas, colocando la muestra en distintas posiciones para el conteo respectivo.

**d. Resumiendo, el examen al microscopio:**

Recolección de las muestras (flores) del campo desde 6:30 a.m. hasta 8:00 a.m.

Se toman 4 espiguillas por inflorescencia.

De cada espiguilla se toman 1 florecilla sésil y una pediculada. (Total 8 florecillas).

Se extraen 3 anteras de cada florecilla (Total 24 anteras).

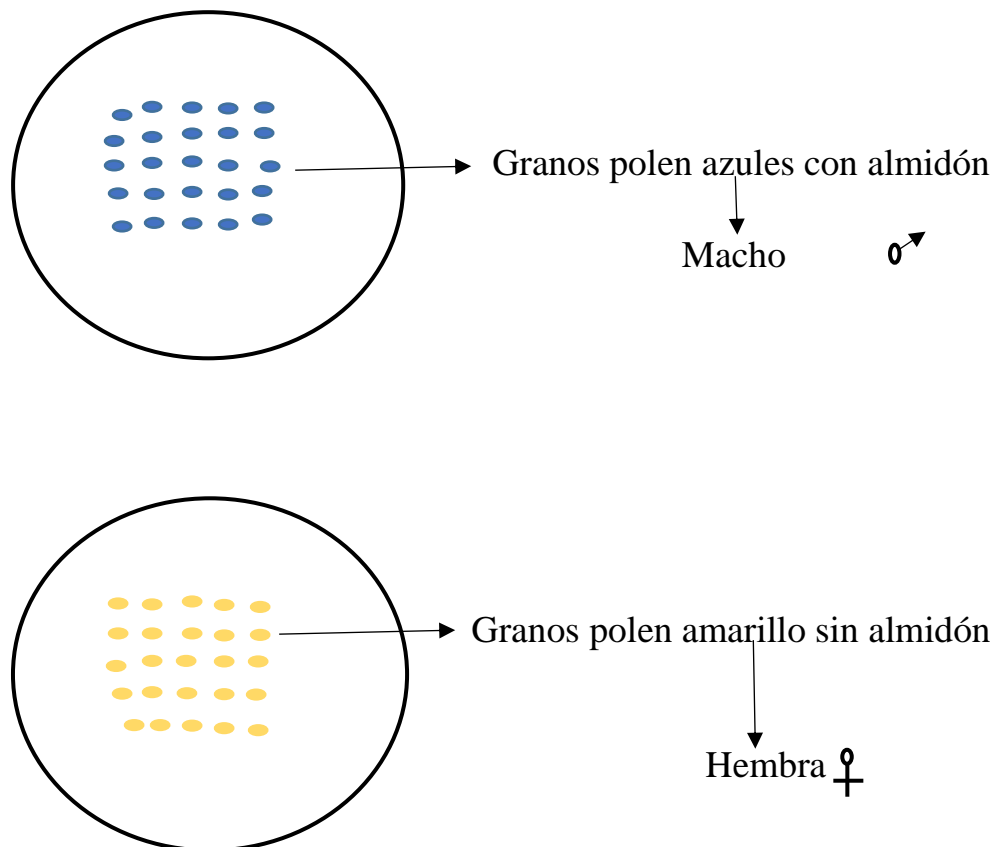
Se colocan en un portaobjetos, y se le adiciona una gota de yodo al 0.1 Normal y se macera lentamente con un cubreobjetos.

Luego se realiza la lectura en cinco campos diferentes anotando el total de granos de polen de color azul y hialino.

Reacción que se presentó al ser observada en el estereoscopio:

Granos de polen fértil (almidón) + yodo (grano color azul oscuro).

Grano de polen infértil (sin almidón) + yodo (grano hialino o incoloro).



**Fuente:** Cáceres, (2001).

**e. Determinación del % de polen fértil.**

A continuación, el ejemplo que se realizó para calcular el % de polen fértil.

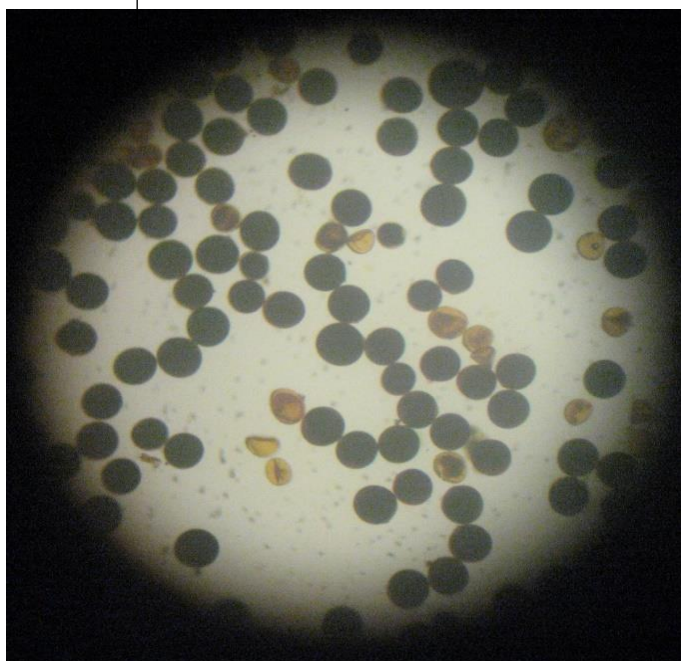
| Procedimiento del Sexado  |    |    |     |    |       |       |              |
|---------------------------|----|----|-----|----|-------|-------|--------------|
| Lectura-Microscopio a 10X |    |    |     |    |       |       |              |
| POLEN                     | I  | II | III | IV | V     | TOTAL | % FERTILIDAD |
| AZULES                    | 6  | 7  | 8   | 12 | 15    | 48    | 16.96%       |
| HIALINOS                  | 58 | 49 | 47  | 44 | 37    | 235   |              |
|                           |    |    |     |    | Total | 283   |              |

Se realizó los cálculos por regla de tres simple.

$$\begin{array}{rcl} 283 & \text{-----} & 100\% \\ 48 & \text{-----} & x = 16.96\% \end{array}$$

- ✓ Se determina el % de acuerdo al polen azul (fértil) y a la escala.

Rango:  $\left\{ \begin{array}{l} 0 - 20 \% \text{ ♀ (Hembra), (infértil)} \\ 20\% - 100\% \text{ ♂ (Macho), (fértil)} \end{array} \right\}$



Fuente: Laboratorio del INIA-2018.

- ✓ Para este caso en particular, que se obtiene un 16.96%, la variedad de caña se comporta como hembra, para ser usada en las hibridaciones.

**f. Clasificación de variedades de caña de acuerdo a días de floración.**

De acuerdo a las fechas de floración y a la duración de la misma se clasificaron en tres grandes grupos: precoces (mayo a junio), intermedias (julio a agosto) y tardías (setiembre a octubre).

**g. Duración de la floración**

La duración de la floración fue medida como el período en días que duró la emergencia de la primera panícula hasta la emergencia de la última panícula. Se contó como una panícula aquella inflorescencia que se encontró en un 50% de su longitud.

Esta variable, se evaluó durante todo el período que duró el trabajo de investigación.

**h. Incidencia de la floración**

Se determinó como variedades incidentes a todas aquellas variedades de caña de azúcar que presentaron floración.

**i. Intensidad de la floración.**

Esta variable se derivó del número de inflorescencias con respecto al número de tallos maduros totales por unidad experimental, esto expresado en porcentaje. Para llegar a obtener esta variable se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Intensidad de floración} = \frac{\text{Número total de inflorescencias por u. e.}}{\text{Número total de tallos maduros por u. e.}} (100)$$

**(Porcentaje de flor)**

**j. Viabilidad de Polen**

Para poder conocer los progenitores masculino y femenino fue fundamental conocer la cantidad de polen fértil del que se dispone, es importante confirmar que el polen de los progenitores masculino sea normal, fértil y funcional.

Esta característica indica el porcentaje de polen que tiene características de poder fecundar el ovario del progenitor hembra, y esto cual se obtuvo mediante el procedimiento del sexado.

#### **k. Poder Germinativo (P.G.)**

Es la capacidad germinativa de nuestro lote de semillas, expresado en un porcentaje referido al número de semillas que germinan. Es conocido que todo ser viviente y la semilla como tal presenta el fenómeno del envejecimiento y con la cual va perdiendo su poder germinativo, **CERNA** (2007).

Para la determinación del Poder Germinativo, una vez obtenida la semilla botánica de la flor, se separó de las pelusas y se sembraron en bandejas con un sustrato a base de tierra agrícola, arena y humus de lombriz en la proporción 7:3:2.

La germinación del polen, es un factor genético, así como su habilidad para sobrevivir condiciones adversas y de conservación. A una humedad constante, pero en grado tal que no constituyen una inundación. El exceso de agua producirá la asfixia y descomposición de las semillas, alterando la verdadera información del poder germinativo, **CERNA** (2007).

#### **l. Energía germinativa**

Según **CERNA** (2007), señala que la energía germinativa se expresa por la rapidez y uniformidad de germinación; de modo que la energía o vigor de la semilla significa una germinación rápida con el mayor número de ellas emergidas al mismo tiempo.

Con la rapidez y uniformidad de la plantación las labores pueden hacerse simultáneamente y no tendremos el problema de que unas van a ser más jóvenes que otras. Las plantas de la misma edad tendrán el beneficio de que los riegos, abonamientos y control sanitario se ejecuten por igual a todas las plantas teóricamente, se dice que la semilla tiene un buen vigor e energía germinativa, cuando por lo menos las dos terceras partes ( $2/3$ ) de ellas germinan en un tercio ( $1/3$ ) del total de días que dura la germinación. Los días se cuentan, a partir de la fecha en que germinan las primeras semillas y se da por terminado cuando los días seguidos no germinan más semillas.

## **IX. SEMILLA HÍBRIDA**

### **a) Recolección de inflorescencias:**

En el lote 1.1 de los campos experimentales del INIA se recolectaron las inflorescencias maduras y fecundadas (cuando la pelusa se desprende fácilmente por el viento) de catorce variedades de caña de azúcar realizando un corte suave en la punta y en la base de la inflorescencia, luego se procedió a almacenarlas en las bolsas del papel Kraft debidamente rotulas (Nombre de la variedad, Fecha de recolección y Número de inflorescencias), después se almacenó de ocho a diez días en un ambiente bajo sombra de forma independiente, después se separaron la semilla con ayuda del procesador de semillas. Luego se realizó frotamientos con una franela y ventilación para separar la pelusa de la semilla botánica de caña de azúcar (cariópside) y la semilla vana. La semilla híbrida se empacó en bolsas de papel, se aisló las semillas y se pesaron para determinar su longitud, diámetro y peso.

### **b) Procesado de semilla botánica:**

Se colocó por porciones de cada variedad de semilla botánica de caña de azúcar, al procesador de semilla botánica, para así con ayuda de la hélice que tiene el procesador, se desprendiera parte de la pelusa y algunas impurezas. Luego se separó las bolsas vacías de papel para cada variedad de semilla, se rotuló con los parámetros indicados posteriormente, se pesó la semilla procesada, para luego eliminar las impurezas.

#### **Rotular las bolsas de papel con los siguientes datos:**

- Variedad.
- Fecha de recolección.
- Número de inflorescencias
- Fecha de proceso.
- Peso de la bolsa en gr.
- Peso bruto de la semilla sin procesar gr.
- Peso de 1000 semillas en gr.

### **c) Despeluzado de semilla botánica:**

El despелuzado de semilla botánica de las 14 variedades de caña de azúcar, se utilizó una manta polar de un metro y medio, por frotamiento en la franela y ventilación para separar la pelusa de la semilla botánica de caña de azúcar (cariópside) y la semilla vana.



La semilla híbrida se empacó en bolsas de papel, se aisló las semillas y se pesaron para determinar purezas de semillas, consistió en frotar circularmente la semilla procesada en una franela; esto ayudó a que la semilla se adhiriera en la franela y la pelusa sobresalga, y de esa manera poder obtener una semilla pura, libre de pelusa y otras impurezas.

#### **d) Medición de la semilla botánica**

##### **▪ Longitud de semilla botánica en (mm)**

Para medir la longitud de la semilla híbrida de caña, se procedió a marcar 2cm de longitud sobre una cartulina milimetrada, y se colocaron en línea recta punta con punta las semillas individuales en forma horizontal hasta que cubra toda la longitud de los 2 centímetros, luego se contó el número de semillas que cubrieron el espacio, y por regla de tres simple se obtuvo la longitud de cada semilla, expresada en milímetros.

##### **▪ Diámetro de semilla botánica en (mm)**

Al igual que en el caso anterior por ser la semilla sexual de caña muy pequeña, se procedió a marcar los 2cm de longitud sobre una cartulina milimetrada, y se colocaron en línea recta dorso con dorso las semillas individuales en forma vertical hasta que cubra toda la longitud de los 2 centímetros, luego se contó el número de semillas y por regla de tres simple se obtuvo el diámetro de cada semilla, expresada en milímetros.

#### **e) Calidad de la caña de azúcar a la cosecha**

El muestreo para la determinación de la calidad de los jugos de caña, se realizaron 15 días después de haber iniciado el agoste en 3 oportunidades, las muestras se tomaron en 15 m<sup>2</sup> del surco central de cada tratamiento en estudio, descartando los 2.50 metros lineales de cada extremo por efecto de borde, se cortaron al azar entre 6 y 8 tallos de caña de primera, segunda y tercera generación, a los cuales se les extrajo el jugo y se hicieron los respectivos análisis de calidad en Laboratorio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, realizándose las mediciones con equipos automáticos digitales como el refractómetro, y sacarímetro.

Las variables de medición fueron: Sacarosa y kilos de azúcar por tonelada de caña.

## X. PROPUESTA DE CRUZAMIENTOS EN CAÑA DE AZÚCAR

Hasta el conocimiento de los trabajos de hibridación de la caña en Java y Barbados, cuando todas las variedades que estaban en cultivo pertenecían a *S. officinarum*, la selección del nuevo material más bien se hacía buscando cañas resistentes a las enfermedades, que por técnicas de hibridación; pero desde principios del siglo XX se comenzaron a desarrollar varios métodos para la obtención de variedades, que poco a poco se fueron perfeccionando hasta llegar a la técnica de los cruzamientos regresivos; sin embargo, los métodos actuales de hibridación son todavía empíricos debido a diversificación del complejo de los factores de la herencia y a que la propagación vegetativa no quiere la pureza genética de las variedades.

La mención del Dr. Silverio Flores Cáceres (Estación de Hibridación en Tapachula, Chiapas de México), se da preferencia a las cruzas entre variedades tardías a la mira de obtener cañas comerciales que no florecan o que florecan poco o por lo menos, que florecen tarde.

De acuerdo a los tipos de cruzamientos, según **FLORES** (2001), incluye tres variantes que son:

**Cruzas biparentales.** Típico de Canal Point, USA.

**Cruzas multiparentales.** Típico de Hawaii, USA.

**Cruzas en linternillas.** Típico de Australia y Brasil.

**Cruzas simples o biparentales.** Este método fue copiado por la (Estación de Hibridación del Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar. CIDCA, A.C. Tapachula, Chiapas. México), y modificado para las condiciones ambientales de Rosario Izapa, Chis. Consiste en el apareamiento de dos progenitores conservando a la caña hembra en su cepa y trayendo el macho de otro lugar, haciéndolo vivir en solución aséptica o nutritiva que se prepara con:

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Bióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )         | 100 ppm (150 ppm al preparar) |
| Ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) | 50 ppm                        |
| Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) | 25 ppm                        |
| Ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ )            | 25 ppm                        |

Se corta el tallo macho y se lleva al sitio donde se va a efectuar la crusa; se sumerge el extremo inferior dentro de un bote de agua y se le corta el canuto de la base con unas tijeras de podar; se saca rápidamente y se sumerge en un frasco de conserva de

un litro de capacidad lleno de solución nutritiva; se amarra el tallo macho junto al tallo hembra procurando que la espiga macho sobresalga unos 10 a 15 cm y se amarra el frasco. La solución nutritiva no se cambia ni tampoco se cortan los canutos del tallo macho; los lunes y viernes se agrega a cada frasco 100 ml de solución a una concentración de 10 veces la normal y se llena lo que le falte al frasco, con agua de lluvia (19,30). Los otros 5 días de la semana se agrega a cada frasco 1000 ml de solución  $\text{SO}_2$ , 1000 ppm (10 veces la concentración usual), sin los ácidos fijos y se completa el frasco con agua de lluvia.

- **Cruzas múltiples.** Se sigue el método de Hawái, que consiste en el apareamiento masivo de hembras y machos que se mantienen en solución nutritiva. Las cruzas se establecen en una aérea boscosa confinada a resguardo de los rayos directos al sol; tal como trabaja el colega Cardoso Rocha en Serra de oro, Brasil. Se hacen 5 cruzas por temporada: cada viernes de noviembre y el primer viernes de diciembre usando de 100 a 200 espigas de las mejores variedades floreadoras, sobre todo de machos fuertes.
- **Cruzas en linternilla.** Consiste en el apareamiento de dos progenitores mantenidos en solución aséptica y protegidos con estructuras cubiertas con manta bramante de tejido muy fino. Este método se usa en Australia y Brasil.

Para el presente proyecto se realizó la cruce simple o biparentales, de las posibles cruces de las variedades de caña de azúcar en estudio de la Estación Experimental Vista Florida. Lambayeque 2018.

Para la realización de estas combinaciones se tomó en cuenta los días de flor que es la principal limitante, a la hora de realizar las hibridaciones; y a su vez se utilizó las variedades de baja viabilidad de polen menor del 30% y las variedades de alta viabilidad a mayor del 30% de las variedades de caña de azúcar en estudio.

## **XI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **a. Porcentaje de floración (%).**

En el cuadro N°04 de anexos, se presentaron los resultados del porcentaje promedio de floración de las 20 variedades de caña en estudio.

En el cuadro N°13, se muestran los resultados del Análisis de Varianza para la variable % floración, presentando alta significancia para la fuente de variación variedades.

El coeficiente de variabilidad fue de 6.48%, que demuestra la confiabilidad en la toma de los datos.

En el cuadro N°14 se muestra los resultados de la comparación de medias de las variedades en la variable % de floración, con prueba Tukey con un nivel de significancia de 0.05%; siendo las variedades T4 (CP80-1743) y T6 (CP 82-1172 con valores promedios de 90.24% y 87.59% de floración estadísticamente iguales, calificadas como muy profusas y superan a las demás variedades en estudio.

Las variedades CP 72-2086, Co 622, CP 85-1382, Mex 69-420, Mex 68-P23 y POJ 2883, no presentaron floración. La media general fue de 33.06 % de floración.

El monitoreo y evaluación de la floración se realizó diariamente de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio en campo definitivo.

Al final de las evaluaciones se obtuvo como resultados que sólo 14 variedades presentaron floración: CP 74-2005 (60.68%), CP 80-1743 (90.24%), CP 81-1254 (67.39%), CP 82-1172 (87.59%), H 32-8560 (46.15%), H57-3775 (10.95%), LCP 88-454 (80.35%), Mex 69-290 (14.28%), My54-129 (86.73%), My 57-15 (63.82%), My 57-16 (6.73%), PCG 12-745 (8.59%), POJ 2878 (7.95%) y RB 72-454 (29.78%) y 6 variedades de caña, no presentaron floración (Co 622, CP72-2086, CP 85-1382, Mex 68-P23, Mex 69-420 y POJ 2883).

La floración se ha presentado, debido a la constitución genética de las variedades de caña y a las condiciones de horas de luz y oscuridad que se presentaron en la región de Lambayeque, en el período de evaluación, conforme lo señala **FLORES** (2001).

### Cuadro N° 13. Análisis de la varianza % de Floración

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V.       | SC       | gl | CM      | F      | p-valor |
|------------|----------|----|---------|--------|---------|
| Modelo.    | 71274,58 | 21 | 3394,03 | 738,92 | <0,0001 |
| Bloques    | 20,18    | 2  | 10,09   | 2,20   | 0,1251  |
| Cultivares | 71254,40 | 19 | 3750,23 | 816,47 | <0,0001 |
| Error      | 174,54   | 38 | 4,59    |        |         |
| Total      | 71449,13 | 59 |         |        |         |

| Variable      | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| Floración (%) | 60 | 1,00           | 1,00              | 6,48 |

**Cuadro N°14.** Prueba de Tukey al nivel 0.05% de significancia de la variable % promedio de Floración, de las variedades de caña de azúcar en estudio.

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,65206**

Error: 4,5932 gl: 38

| variedades  | Medias | n | E.E. |   |   |   |   |   |   |  |  |   |  |
|-------------|--------|---|------|---|---|---|---|---|---|--|--|---|--|
| CP 80-1743  | 90,24  | 3 | 1,24 | A |   |   |   |   |   |  |  |   |  |
| CP 82-1172  | 87,59  | 3 | 1,24 | A |   |   |   |   |   |  |  |   |  |
| MY 54-129   | 86,73  | 3 | 1,24 | A | B |   |   |   |   |  |  |   |  |
| LCP 86-454  | 80,35  | 3 | 1,24 |   | B |   |   |   |   |  |  |   |  |
| CP 81-1254  | 67,39  | 3 | 1,24 |   |   | C |   |   |   |  |  |   |  |
| MY 57-15    | 63,82  | 3 | 1,24 |   |   | C | D |   |   |  |  |   |  |
| CP 74-2005  | 60,68  | 3 | 1,24 |   |   |   | D |   |   |  |  |   |  |
| H 32-8560   | 46,15  | 3 | 1,24 |   |   |   | E |   |   |  |  |   |  |
| RB 72-454   | 29,78  | 3 | 1,24 |   |   |   |   | F |   |  |  |   |  |
| MEX 69-290  | 14,28  | 3 | 1,24 |   |   |   |   | G |   |  |  |   |  |
| H 57-3775   | 10,95  | 3 | 1,24 |   |   |   |   | G | H |  |  |   |  |
| PCG 12-745  | 8,59   | 3 | 1,24 |   |   |   |   | G | H |  |  |   |  |
| POJ - 2878  | 7,95   | 3 | 1,24 |   |   |   |   | G | H |  |  |   |  |
| MY 57-16    | 6,73   | 3 | 1,24 |   |   |   |   |   | H |  |  |   |  |
| CP 72-2086  | 0,00   | 3 | 1,24 |   |   |   |   |   |   |  |  | I |  |
| Co-622      | 0,00   | 3 | 1,24 |   |   |   |   |   |   |  |  | I |  |
| CP 85-1382  | 0,00   | 3 | 1,24 |   |   |   |   |   |   |  |  | I |  |
| MEX 69-420  | 0,00   | 3 | 1,24 |   |   |   |   |   |   |  |  | I |  |
| MEX 68-P-23 | 0,00   | 3 | 1,24 |   |   |   |   |   |   |  |  | I |  |
| POJ - 2883  | 0,00   | 3 | 1,24 |   |   |   |   |   |   |  |  | I |  |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Media: 33.06 %**

#### **b. Sexado de las variedades de caña de azúcar.**

En el cuadro N°05 de anexos, se presentó los resultados de las variedades según su comportamiento sexual.

Al final de las evaluaciones se obtuvo como resultados que sólo 03 variedades se comportan como femeninas: H 32-8560 con 18.60% de polen fértil, Mex 69-290 con 7.17% de polen fértil y PCG12-745 con 19.55% de polen fértil, y 11 variedades se comportan como masculinas: CP 74-2005 (47.86%), CP 80-1743 (48.59%), CP 81-1254 (50.69%), CP 82-1172 (46.82%), H 57-3775 (44.64%), LCP 88-454 (45.94%), My 54-129 (42.12%), My 57-15 (41.26%), My 57-16 (43.12%), POJ 2878 (39.80%) y RB 72-454 (48.28%)

El sexado de las variedades de caña, es una característica importante para tener éxito en las hibridaciones, cuyo estudio se realiza cada año bajo condiciones de Laboratorio.

#### **c. Grados de floración**

En base a la clasificación de la floración, según **FLORES** (2001), se determinó categorías de floración, acorde a la intensidad de la floración de las 14 variedades que presentaron floración, lo cual se presenta en el cuadro N°07.

De las evaluaciones realizadas a las 20 variedades de caña en estudio, se obtuvieron los siguientes resultados:

6 variedades corresponden a la escala Nula, 0% de floración: Co 622, CP72-2086, CP85-1382, Mex 68-P23, Mex 69-420 y POJ 2883).

5 variedades corresponden a la escala Escasa, 0.1 a 20% de floración: H57-3775, Mex 69-290, My 57-16, PCG 12-745 y POJ 2878).

2 variedades corresponden a la escala Regular, 20.1 a 50% de floración: H 32-8560 y RB 72-454).

3 variedades corresponden a la escala Profusa, 50.1 a 80% de floración: (CP 74-2005, CP 81-1254 y My 57-15).

4 variedades corresponden a la escala Muy Profusa, mayor a 80% de floración: (CP 80-1743, CP 82-1172, LCP 86-454 y My 54-129).

Los resultados obtenidos, demuestran que las variedades en estudio que presentaron floración predominan una nula floración, seguida por floración escasa, que va desde del 0.1 a 20% de tallos florecidos.

Esto puede deberse a las características ambientales predominantes en la región Lambayeque, que influyen en la floración. La floración se reduce considerablemente con

temperaturas altas (32 °C) y temperaturas mínimas (menor 19 °C), además del brillo solar, que afecta directamente la calidad de luz, inhibiendo la floración, conforme lo señala FLORES (2001).

#### **d. Clasificación de variedades de acuerdo a días a la floración**

En el cuadro N° 09, se presentan los resultados de la clasificación de las variedades de caña de acuerdo a días a la floración.

De acuerdo a las fechas de floración y a la duración de la misma, se obtuvo un promedio de 370 días que floreció las cañas, una desviación estándar de 177, un coeficiente de variación de 7, con un mínimo 316 días que inició la floración y un máximo de 436 días que duró la floración, con una diferencia de 120 días desde que inició la floración con las variedades CP81-1254 y PCG 12-745 hasta que terminó la floración con las variedades LCP 86-454 y My 57-16.

En base a la información obtenida se agruparon las variedades en tres grandes grupos de precocidad en la floración:

**Variedades precoces en la floración** (abril a mayo): CP81-1254, Mex 69-290, My54-129 y PCG 12-745.

**Variedades Intermedias en la floración** (junio a julio): CP 74-2005, CP 80-1743, CCP 82-1172, H 32-8560, H 57-3775, My 57-15 y RB 72-454.

**Variedades tardías en la floración** (agosto a setiembre): LCP86-454 y My 57-16.

#### **e. Duración de la floración**

La duración de la floración fue medida como el período en días que duró la emergencia de la primera panícula hasta la emergencia de la última panícula.

El período más prolongado LCP 86-454 con 68 días y las que presentaron el período más cortó fueron: Mex 69-290, My 57-16, H 57-3775 y la POJ-2878 con una duración 29 días de duración en promedio.

#### **f. Incidencia de la floración**

Se determinó como variedades incidentes a todas aquellas que presentaron floración.

En el cuadro N°06 de anexos se observa que, de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio evaluadas, presentaron incidencia de floración 14 variedades que florecieron únicamente bajo las condiciones de la Región Lambayeque: CP 74-2005, CP 80-1743, CP 81-1254, CP 82-1172, H 32-8560, H57-3775, LCP 88-454, Mex 69-290, My54-129, My 57-15, My 57-16, PCG 12-745, POJ 2878 y RB 72-454, representando el 70% de las variedades en estudio.

También se obtuvieron 6 variedades de caña (Co 622, CP72-2086, CP 85-1382, Mex 68-P23, Mex 69-420 y POJ 2883), que no tuvieron incidencia de floración, representando el 30% de las variedades en estudio.

#### **g. Intensidad de la floración**

El porcentaje de floración de las variedades en estudio, cuyos resultados se observan en el Cuadro N°04.

Se destaca que 14 variedades de caña en estudio presentaron floración con los porcentajes: CP 74-2005 (60.68%), CP 80-1743 (90.24%), CP 81-1254 (67.39%), CP 82-1172 (87.59%), H 32-8560 (46.15%), H57-3775 (10.95%), LCP 88-454 (80.35%), Mex 69-290 (14.28%), My54-129 (86.73%), My 57-15 (63.82%), My 57-16 (6.73%), PCG 12-745 (8.59%), POJ 2878 (7.95%) y RB 72-454 (29.78%).

El alto porcentaje de floración en variedades como CP 80-1743 (90.24%), seguido de las variedades CP 82-1172 (87.59%), y LCP 88-454 (80.35%), se debe a la constitución genética y a las condiciones medioambientales.

#### **h. Viabilidad de Polen**

En el cuadro N°08 se aprecia que 14 variedades de caña presentaron floración y por lo tanto se pudo determinar la viabilidad del polen.

El valor más alto de viabilidad de polen lo presentaron las siguientes variedades de caña: CP 81-1254 (50.69%), CP 80-1743 (48.59%), RB 72-454 (48.28%) y CP74-2005 (47.86%), CP 82-1172 (46.82%) y 6 variedades no presentaron floración, por lo que no se pudo medir la viabilidad del polen: CO-622, CP 72-2086, CP 85-1382, Mex 68-P 23, Mex 69-420, POJ-2883.



#### **i. Poder germinativo de la semilla botánica de caña (P.G)**

En cada bandeja se debería haber hecho la prueba de germinación con 100 semillas sexuales de caña, sin embargo, por el bajo porcentaje de germinación, se optó por colocar en cada bandeja 1000 semillas de cada variedad de caña que presentó flores, lo cual permitió hacer la evaluación respectiva y aprovechando la información se hizo el contraste hipotético de la siembra de 100 semillas por bandeja.

La germinación de la semilla, es un factor genético, así como su habilidad para sobrevivir condiciones adversas y de conservación. A una humedad constante, pero en grado tal que no constituyen una inundación, se regó en forma diaria hasta que la semilla comenzó a germinar.

En el cuadro N°12 de energía germinativa y poder germinativo de la semilla sexual de caña de anexos se presentan los resultados de la evaluación, cuyo porcentaje más alto de germinación lo presentaron las variedades: CP 80-1743 con 3.10%, seguido de la variedad CP 81-1254 con 2.70% y H 57-3775 con 2%.

Las variedades que presentaron los más bajos porcentajes de germinación fueron: My 57-16 con 0.80% y My 54129 con 0.90%.

El promedio general del porcentaje de germinación de las 14 variedades de caña que presentaron floración y semilla sexual fue de 1.71% de germinación, que es demasiado baja, en relación a otros cultivos.

El bajo porcentaje de germinación, se debe a que las especies de *Saccharum* son aloploidos complejos, poseen cromosomas pequeños y número cromosómico alto que varían según el clon estudiado, señalado por **POEHLMAN** (2003).

#### **j. Energía germinativa de la semilla botánica de caña.**

En el cuadro N°12 de energía germinativa y poder germinativo de la semilla sexual de caña de anexos se presentan los resultados de la evaluación, donde se observa que el promedio de las 14 variedades debería haber germinado 1 semilla en un plazo máximo de 2 días.

Ninguna de las 14 variedades que presentaron floración y por ende semilla sexual, poseen buena energía germinativa o buen vigor, debido que no cumplieron la condición de las 2/3 partes de ellas que germinen en un máximo de 1/3 del tiempo, según **CERNA** (2007).

#### **k. Longitud de la semilla botánica en (mm)**

De acuerdo al cuadro N°10, sobre longitud promedio de semilla botánica de caña de anexos, se presentan los resultados de las evaluaciones, donde se observa que la mayor longitud de las semillas la alcanzó la variedad PCG12-745 con un valor de 4 mm, seguido de las variedades H32-8560 con 3.33 mm, My 54-129 con 3.33 mm, H 57-3775 con 3.33 mm, CP 80-1743 con 3.33 mm, My 57-16 mm y Mex 69-420 con 3.33 mm, y la longitud más pequeña la presentaron las variedades My 57-15 con un valor de 2.22 mm, y la RB 72-454 con un valor de 2.50 mm.; siendo el promedio general de la longitud de las semillas de las 14 variedades que presentaron floración de 3.05 mm. Resultados que están dentro rangos que presenta **FLORES** (2001).

#### **l. Diámetro de la semilla botánica en (mm)**

De acuerdo al cuadro N°11, sobre diámetro promedio de semilla botánica de caña de anexos, se presentan los resultados de las evaluaciones, donde se observa que el mayor diámetro de las semillas la alcanzó la variedad CP 82-1172 con un valor de 1.11mm, seguido de las variedades CP 81-1254 con 1.05 mm y My 57-16 con 1.05 mm.; y el diámetro más pequeño lo presentaron las variedades H57-3775 con un valor de 0.80 mm, y la POJ 2878 con un valor de 0.83 mm.; siendo el promedio general del diámetro de las semillas de las 14 variedades que presentaron floración de 0.97 mm. Resultados que están dentro rangos que presenta **FLORES** (2001).

#### **m. Longitud promedio de tallos (m)**

En el cuadro N° 22, se presentan los resultados promedios de la variable longitud de tallo expresado en (m) de las variedades en estudio.

El análisis de varianza para la variable longitud de tallo de la caña de azúcar (Cuadro 15), nos indica que la fuente de variación variedades es altamente significativo, es decir existe variabilidad genética de las variedades en estudio, y para la fuente de variación bloques no es significativa, mostrando que el terreno en experimentación fue homogéneo.

El coeficiente de variabilidad fue de 2.85%; valor bajo que denota confiabilidad en la conducción y toma de datos del experimento, dando una buena precisión, cuyos datos son homogéneos; a medida que su valor disminuye la confiabilidad es mayor.

Los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey al nivel de 0.05 para las variedades (Cuadro 16), nos muestra que la Variedad T8 (H 32-8560) presenta un valor promedio de 3.53m de longitud de tallos, superando estadísticamente a las demás

variedades en estudio. La Variedad T11 (Mex 68-P23) presentó el valor promedio de longitud de tallos más bajo con 3.01m, siendo la media general 3.23m. Resultados que se visualizan mejor en el gráfico 02.

La mayor longitud de tallos, se atribuye al efecto de la constitución genética de la variedad de caña y a su alta capacidad de adaptación a la zona de estudio, que ha permitido una mayor elongación y grosor de los tallos. Resultados que concuerdan con lo señalado por el POEHLMAN (2003).

#### Cuadro N° 15. Análisis de la varianza de Longitud de tallos (m)

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V.       | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.    | 1,58 | 21 | 0,08 | 8,87 | <0,0001 |
| Bloques    | 0,01 | 2  | 0,01 | 0,70 | 0,5028  |
| Cultivares | 1,56 | 19 | 0,08 | 9,73 | <0,0001 |
| Error      | 0,32 | 38 | 0,01 |      |         |
| Total      | 1,90 | 59 |      |      |         |

| Variable            | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|---------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Longitud tallos (m) | 60 | 0,83           | 0,74              | 2,85 |

**Cuadro N°16.** Prueba de Tukey al nivel 0.05% de significancia de la variable longitud promedio de tallos (m), de las variedades de caña de azúcar en estudio.

##### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,28557

Error: 0,0085 gl: 38

| Variedades  | Medias | n | E.E. |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--------|---|------|---|---|---|---|---|---|---|
| H 32-8560   | 3,53   | 3 | 0,05 | A |   |   |   |   |   |   |
| H 57-3775   | 3,50   | 3 | 0,05 | A | B |   |   |   |   |   |
| RB 72-454   | 3,45   | 3 | 0,05 | A | B |   |   |   |   |   |
| MY 57-16    | 3,39   | 3 | 0,05 | A | B | C |   |   |   |   |
| MEX 69-420  | 3,36   | 3 | 0,05 | A | B | C | D |   |   |   |
| MY 54-129   | 3,35   | 3 | 0,05 | A | B | C | D | E |   |   |
| PCG 12-745  | 3,31   | 3 | 0,05 | A | B | C | D | E | F |   |
| MY 57-15    | 3,30   | 3 | 0,05 | A | B | C | D | E | F |   |
| MEX 69-290  | 3,29   | 3 | 0,05 | A | B | C | D | E | F | G |
| CP 72-2086  | 3,25   | 3 | 0,05 | A | B | C | D | E | F | G |
| Co-622      | 3,24   | 3 | 0,05 |   | B | C | D | E | F | G |
| CP 81-1254  | 3,11   | 3 | 0,05 |   |   | C | D | E | F | G |
| CP 82-1172  | 3,10   | 3 | 0,05 |   |   |   | D | E | F | G |
| POJ - 2883  | 3,09   | 3 | 0,05 |   |   |   | D | E | F | G |
| CP 80-1743  | 3,09   | 3 | 0,05 |   |   |   | D | E | F | G |
| POJ - 2878  | 3,07   | 3 | 0,05 |   |   |   |   | E | F | G |
| CP 85-1382  | 3,07   | 3 | 0,05 |   |   |   |   | E | F | G |
| CP 74-2005  | 3,06   | 3 | 0,05 |   |   |   |   |   | F | G |
| LCP 86-454  | 3,03   | 3 | 0,05 |   |   |   |   |   | F | G |
| MEX 68-P-23 | 3,01   | 3 | 0,05 |   |   |   |   |   |   | G |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Media: 3.23 m**

**n. Diámetro promedio de tallos (cm).**

En el cuadro N°23, se presentan los resultados promedios de la variable, diámetro de tallo expresado en (cm) de las variedades en estudio.

El análisis de varianza para la variable, diámetro de tallo (Cuadro 17), nos indica que la fuente de variación variedades, presenta alta significación estadística, es decir existe variabilidad genética entre las variedades.

El coeficiente de variabilidad fue de 3.89%; valor bajo que denota confiabilidad en la conducción y toma de datos del experimento, dando una buena precisión del diámetro de tallo, cuyos datos son homogéneos.

Los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey al nivel de 0.05 para Variedades (Cuadro 18), nos muestra que el Variedad T19 (POJ 2883) presenta un valor promedio de 3.90 cm de diámetro de tallos, superando estadísticamente a las demás variedades en estudio. La variedad T4 (CP 80-1743) presentó el valor promedio de diámetro de tallo más bajo con 2.68cm, siendo la media general 3.25cm. Resultados que se visualizan mejor en el gráfico 3.

El mayor diámetro de tallos obtenido, se atribuye al efecto de la constitución genética de la variedad de caña y a su alta capacidad de adaptación a la zona de estudio, que ha permitido una mayor elongación y grosor de los tallos. Resultados que concuerdan con lo señalado por el **POEHLMAN** (2003).

**Cuadro N° 17. Análisis de la varianza del Diámetro de tallos (cm)**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

| F.V.       | SC   | gl | CM   | F     | p-valor |
|------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo.    | 6,28 | 21 | 0,30 | 18,80 | <0,0001 |
| Bloques    | 0,16 | 2  | 0,08 | 5,03  | 0,0115  |
| Cultivares | 6,12 | 19 | 0,32 | 20,25 | <0,0001 |
| Error      | 0,60 | 38 | 0,02 |       |         |
| Total      | 6,89 | 59 |      |       |         |

**Análisis de la varianza**

| Variable             | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Diámetro tallos (cm) | 60 | 0,91           | 0,86              | 3,89 |

**Cuadro N° 18.** Prueba de Tukey al nivel 0.05% variable del diámetro promedio de tallos (cm), de las variedades de caña de azúcar en estudio.

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,39153**

Error: 0,0159 gl: 38

| Variedades  | Medias | n | E.E. |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--------|---|------|---|---|---|---|---|---|---|
| POJ - 2883  | 3,90   | 3 | 0,07 | A |   |   |   |   |   |   |
| RB 72-454   | 3,54   | 3 | 0,07 | A | B |   |   |   |   |   |
| H 32-8560   | 3,52   | 3 | 0,07 | A | B |   |   |   |   |   |
| MY 54-129   | 3,52   | 3 | 0,07 | A | B |   |   |   |   |   |
| MEX 69-420  | 3,51   | 3 | 0,07 | A | B |   |   |   |   |   |
| H 57-3775   | 3,49   | 3 | 0,07 |   | B |   |   |   |   |   |
| MEX 69-290  | 3,48   | 3 | 0,07 |   | B |   |   |   |   |   |
| PCG 12-745  | 3,48   | 3 | 0,07 |   | B |   |   |   |   |   |
| MY 57-16    | 3,41   | 3 | 0,07 |   | B | C |   |   |   |   |
| POJ - 2878  | 3,32   | 3 | 0,07 |   | B | C | D |   |   |   |
| MY 57-15    | 3,28   | 3 | 0,07 |   | B | C | D | E |   |   |
| CP 72-2086  | 3,23   | 3 | 0,07 |   | B | C | D | E | F |   |
| MEX 68-P-23 | 3,16   | 3 | 0,07 |   | B | C | D | E | F |   |
| LCP 86-454  | 3,02   | 3 | 0,07 |   |   | C | D | E | F | G |
| Co-622      | 2,98   | 3 | 0,07 |   |   |   | D | E | F | G |
| CP 82-1172  | 2,93   | 3 | 0,07 |   |   |   | D | E | F | G |
| CP 85-1382  | 2,90   | 3 | 0,07 |   |   |   |   | E | F | G |
| CP 81-1254  | 2,87   | 3 | 0,07 |   |   |   |   |   | F | G |
| CP 74-2005  | 2,70   | 3 | 0,07 |   |   |   |   |   |   | G |
| CP 80-1743  | 2,68   | 3 | 0,07 |   |   |   |   |   |   | G |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Media: 3.25 cm

#### o. Calidad de la caña de azúcar a la cosecha.

##### ▪ Sacarosa en caña (%)

En el cuadro N° 24, se presentan los resultados promedios de la variable % sacarosa en jugo de caña de las variedades en estudio, a los 18 meses de edad caña planta.

El análisis de varianza para la variable, porcentaje de sacarosa en jugo de caña (Cuadro 19), a los 18 meses de edad, nos indica que la fuente de variación variedades es altamente significativo, indica que existe variabilidad genética, indicando que el terreno fue homogéneo.

El coeficiente de variabilidad fue de 1.21%; valor bajo que denota confiabilidad en la conducción y toma de datos del experimento, dando una buena precisión, cuyos datos son homogéneos del % de sacarosa en jugos de caña, indicando que el terreno fue homogéneo. Los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey al nivel de 0.05 para variedades (Cuadro 20), nos muestra que las variedades T5 (CP 81-1254) y T7 (CP 85-1382) presentan valores promedios altos de 15.12 y 14.81% de sacarosa, calificada como un porcentaje de sacarosa en jugos de caña de azúcar bueno, son estadísticamente iguales, y superan a las demás variedades en estudio.

La variedad T10 (LCP 86-454) presentó el valor promedio de porcentaje de sacarosa más bajo con 11.86%, calificada como porcentaje de sacarosa bajo, siendo la media general 13.05% de sacarosa en jugos de caña a los 18 meses de edad. Resultados que se visualizan mejor en el gráfico 4.

Los valores altos de sacarosa se le atribuyen a la maduración del cultivo de caña por la edad de 18 meses, que se tomaron las muestras de caña para sus análisis de maduración, también se le atribuye a la constitución genética de las variedades de caña en estudio, a la fertilización nitrogenada adecuada que se realizó al inicio del cultivo, evitando el crecimiento vegetativo en su fase de maduración y favoreciendo la concentración de la sacarosa, y a factores ambientales como la temperatura, y la humedad., que para este caso específico los análisis de maduración y cosecha de la caña, tocó en una estación seca sin lluvias y con temperaturas bajas, que reducen la absorción de nutrientes y agua por la planta, favoreciendo una mayor acumulación de sacarosa, lo cual coincide con lo señalado, **HUMBERT** (1968).

#### **Cuadro N° 19. Análisis de la varianza de Sacarosa (%)**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

| F.V.       | SC    | gl | CM   | F      | p-valor |
|------------|-------|----|------|--------|---------|
| Modelo.    | 54,61 | 21 | 2,60 | 104,49 | <0,0001 |
| Bloques    | 0,27  | 2  | 0,14 | 5,48   | 0,0081  |
| Cultivares | 54,33 | 19 | 2,86 | 114,91 | <0,0001 |
| Error      | 0,95  | 38 | 0,02 |        |         |
| Total      | 55,55 | 59 |      |        |         |

| Variable   | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------|----|----------------|-------------------|------|
| Sacarosa % | 60 | 0,98           | 0,97              | 1,21 |

**Cuadro N° 20** Prueba de Tukey al nivel 0.05% variable sacarosa (%), de las variedades de caña de azúcar en estudio.

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48964**

Error: 0,0249 gl: 38

| Variedades  | Medias | n | E.E. |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--------|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CP 81-1254  | 15,12  | 3 | 0,09 | A |   |   |   |   |   |   |   |   |
| CP 85-1382  | 14,81  | 3 | 0,09 | A | B |   |   |   |   |   |   |   |
| CP 74-2005  | 14,52  | 3 | 0,09 |   | B | C |   |   |   |   |   |   |
| CP 80-1743  | 14,07  | 3 | 0,09 |   |   | C |   |   |   |   |   |   |
| MEX 69-420  | 13,52  | 3 | 0,09 |   |   |   | D |   |   |   |   |   |
| MEX 69-290  | 13,46  | 3 | 0,09 |   |   |   | D |   |   |   |   |   |
| MY 57-16    | 13,45  | 3 | 0,09 |   |   |   | D |   |   |   |   |   |
| RB 72-454   | 13,44  | 3 | 0,09 |   |   |   | D |   |   |   |   |   |
| MY 57-15    | 13,26  | 3 | 0,09 |   |   |   | D | E |   |   |   |   |
| MY 54-129   | 12,81  | 3 | 0,09 |   |   |   | E | F |   |   |   |   |
| H 32-8560   | 12,56  | 3 | 0,09 |   |   |   |   | F | G |   |   |   |
| CP 82-1172  | 12,54  | 3 | 0,09 |   |   |   |   | F | G | H |   |   |
| H 57-3775   | 12,43  | 3 | 0,09 |   |   |   |   | F | G | H | I |   |
| MEX 68-P-23 | 12,36  | 3 | 0,09 |   |   |   |   | F | G | H | I |   |
| PCG 12-745  | 12,32  | 3 | 0,09 |   |   |   |   |   | G | H | I | J |
| CP 72-2086  | 12,31  | 3 | 0,09 |   |   |   |   |   | G | H | I | J |
| Co-622      | 12,19  | 3 | 0,09 |   |   |   |   |   | G | H | I | J |
| POJ - 2878  | 12,06  | 3 | 0,09 |   |   |   |   |   |   | H | I | J |
| POJ - 2883  | 11,98  | 3 | 0,09 |   |   |   |   |   |   |   | I | J |
| LCP 86-454  | 11,86  | 3 | 0,09 |   |   |   |   |   |   |   |   | J |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Media: 13.05%.**

## XII. CRUZAMIENTOS POSIBLES EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA VISTA FLORIDA DEL INIA

**Cuadro N° 3.** Número de cruzamientos posibles de las variedades de caña de azúcar en estudio en la Estación Experimental Agraria Vista Florida del INIA-Lambayeque.

| POSIBLES CRUZAMIENTOS DE CAÑA |            |   |            |
|-------------------------------|------------|---|------------|
| PROGENITORES                  |            |   |            |
| N°                            | ♀          |   | ♂          |
| 1                             | PCG 12-745 | X | CP 74-2005 |
| 2                             | PCG 12-745 | X | CP 80-1743 |
| 3                             | PCG 12-745 | X | CP 81-1254 |
| 4                             | PCG 12-745 | X | CP 82-1172 |
| 5                             | PCG 12-745 | X | H 57-3775  |
| 6                             | PCG 12-745 | X | LCP 86-454 |
| 7                             | PCG 12-745 | X | My 54-129  |
| 8                             | PCG 12-745 | X | My 57-15   |
| 9                             | PCG 12-745 | X | My 57-16   |
| 10                            | PCG 12-745 | X | POJ 2878   |
| 11                            | PCG 12-745 | X | RB 72-454  |
| 12                            | H32-8560   | X | CP 74-2005 |
| 13                            | H 32-8560  | X | CP 80-1743 |
| 14                            | H 32-8560  | X | CP 81-1254 |
| 15                            | H 32-8560  | X | CP82-1172  |
| 16                            | H 32-8560  | X | H 57-3775  |
| 17                            | H 32-8560  | X | LCP 86-454 |
| 18                            | H 32-8560  | X | My 54-129  |
| 19                            | H 32-8560  | X | My 57-15   |
| 20                            | H 32-8560  | X | My 57-16   |
| 21                            | H 32-8560  | X | POJ 2878   |
| 22                            | H 32-8560  | X | RB 72-454  |
| 23                            | Mex 69-290 | X | CP 74-2005 |
| 24                            | Mex 69-290 | X | CP 80-1743 |
| 25                            | Mex 69-290 | X | CP 81-1254 |
| 26                            | Mex 69-290 | X | CP 82-1172 |
| 27                            | Mex 69-290 | X | H 57-3775  |
| 28                            | Mex 69-290 | X | LCP 86-454 |
| 29                            | Mex 69-290 | X | My 54-129  |
| 30                            | Mex 69-290 | X | My 57-15   |
| 31                            | Mex 69-290 | X | My 57-16   |
| 32                            | Mex 69-290 | X | POJ 2878   |
| 33                            | Mex 69-290 | X | RB 72-454  |

**Fuente:** Elaboración propia.



### XIII. CONCLUSIONES

1. La incidencia de la floración de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio evaluadas en la región Lambayeque, solo presentaron floración 14 variedades de caña de azúcar: CP 74-2005 (60.68%), CP 80-1743 (90.24%), CP 81-1254 (67.39%), CP 82-1172 (87.59%), H 32-8560 (46.15%), H57-3775 (10.95%), LCP 88-454 (80.35%), Mex 69-290 (14.28%), My54-129 (86.73%), My 57-15 (63.82%), My 57-16 (6.73%), PCG 12-745 (8.59%), POJ 2878 (7.95%) y RB 72-454 (29.78%) .
2. Se llegó a la conclusión que la variedad de caña de azúcar que presentó mayor intensidad de floración fue la variedad CP 80-1743 con un valor de 90.24% y la de menor intensidad de floración fue la variedad My 57-16 con un valor de 6.73%, siendo el promedio general del porcentaje de floración de las 20 variedades de caña de 33.06% y de las 14 variedades de caña de 47.23 % de floración.
3. Con base en sus días a floración se pudieron clasificar las variedades en tres grupos:  
**Variedades precoces en la floración** (abril a mayo): CP81-1254, Mex 69-290, My54-129 y PCG 12-745, que representan el 25%.  
**Variedades Intermedias en la floración** (junio a julio): CP 74-2005, CP 80-1743, CCP 82-1172, H 32-8560, H 57-3775, My 57-15 y RB 72-454. Representan el 35%.  
**Variedades tardías en la floración** (agosto a setiembre): LCP86-454 y My 57-16, que representan el 10%.
4. El promedio general del porcentaje de germinación de la semilla botánica de las 14 variedades de caña con un sustrato esterilizado a base de tierra agrícola, arena de río y humus de lombriz en la proporción 7:3:2 esterilizadas fue de 1.71% de germinación, calificado como mala.
5. Ninguna de las 14 variedades que presentaron floración y por ende semilla botánica, poseen buena energía germinativa o buen vigor, debido que no cumplieron la condición de las 2/3 partes de ellas que germinen en un máximo de 1/3 del tiempo, y para este caso específico en 2 días debió germinar una semilla, lo cual no ocurrió.
6. Se determinó el sexo de las variedades de caña 3 variedades femeninas y 11 masculinas, me permite proponer al INIA hasta 33 cruzamientos biparentales de caña, que darán origen a nuevos híbridos de caña (F1) para la obtención de nuevas variedades de caña que reemplacen a las variedades tradicionales que son de bajos rendimientos y susceptibles a plagas y enfermedades.

7. De acuerdo a las evaluaciones realizadas de la floración de las diferentes variedades del presente trabajo de investigación, se llegó a la conclusión que es posible realizar hasta 33 cruzamientos biparentales de caña de azúcar en la Estación Experimental Agraria Vista Florida del INIA en la Región Lambayeque.
8. En la base a la integración de todas las variables se pudieron determinar en base a su sincronización tanto en tiempo como viabilidad de polen.

#### **XIV. RECOMENDACIONES**

1. Continuar con el monitoreo y evaluación de la floración en caña soca, e integrar otras variables como fertilización, riegos y clima (Temperatura, Precipitación, Humedad y otros).
2. Desarrollar ensayos a nivel de campo para las 6 variedades de caña de azúcar en estudio que no presentaron floración, y a su vez aplicar otros métodos y/o variedades artificiales para inducir la floración.
3. Utilizar la información generada del presente trabajo de investigación para poder planificar programas de mejoramiento genético, apoyándose en la propuesta de los posibles cruzamientos que se pueden realizar en la Estación Experimental Agraria Vista Florida.
4. Realizar una caracterización agronómica e industrial de las variedades de caña de azúcar que ascienden a 250 variedades y que constituyen el Banco de Germoplasma de Caña del INIA.
5. Seguir realizando las pruebas de germinación de la semilla botánica de caña de azúcar haciendo uso de otros sustratos y otras condiciones de temperatura y de humedad controladas.
6. Difundir los resultados de la presente investigación a la academia, institutos y empresas que se dedican al mejoramiento genético de la caña de azúcar.

## **XV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Asociación peruana de agroindustriales del azúcar y derivados-PERUCANA. (2019). Informe Anual. Lima, Perú. 21 p.
- Arrivillaga, J. 1988. *Floración de la caña de azúcar*. Revista ATAGUA PG: 5:7-16.
- Alexander, AG. (1973). A comprehensive study of the *Saccharum* source-to-sink system. In *Sugarcane Physiology*. University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. PG. 522-572.
- Edison Silva Cifuentes. (2005). *Fisiología, floración y mejoramiento Genético de la caña de azúcar Ecuador-CINCAE*. PG:1-25.
- Flores Cáceres Silverio “*Las Variedades de Caña de Azúcar*” – Primera Edición – (2001). PG: 95-129”.
- Humbert, R. P. (1968). *The Growing of Sugar Cane*. Elsevier Pub. Co. Amsterdam, Holanda. 779 p.
- Humbert, R.P. (1974). *El cultivo de la caña de azúcar*. Traducción de Alfonso González Gallardo. México. Compañía Editorial Continental. 719p.
- Krishnamurthi, M. (1978). *The sugar cane pollen*. In *Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists* (16. 1977, Sao Paulo). Proceedings. Brasil, Impres. PG: 157–164.
- MINAGRI (2019). *Informe anual de estadísticas de la Oficina de Información Agraria*. Lima Perú. 36 p.
- Moore, PH. (1974). Investigations on the flowering of *Saccharum* II. number of spindle leaves and date of induction. In *International Society of Sugar Cane Technologists* (15, 1974, Durban, South Africa). Proceedings. South Africa, Hayne & Gibson. PG: 7–16.
- Poehlman, J. y Allen, D. (2003). *Mejoramiento genético de las cosechas*. Segunda Edición. Editotial Limusa, S.A. DE C.V. Grupo Noriega Editores. México. 511p.
- Polo Juárez Pablo Antonio. “*Caracterización de la Floración*”. (Guatemala, Noviembre de 2005).
- Rangel, H. (1984). *El problema inductivo de la floración en Colombia*. In *Congreso de la Sociedad Colombiana de Caña de Azúcar* (1., 1984, Colombia). Colombia, TECNICAÑA. PG: 23–32.

- Silva C., E.; Martínez, F.; Madrid, C.; León, T. (2013). *La floración en caña de azúcar, su manejo para mejoramiento genético y en la producción comercial*. Congreso AETA, 3, Guayaquil-Ecuador, Sep.18-20 del (2013). PG: 1-69.
- Soto, GJ. 1999. *Floración en caña de azúcar* (Saccharum spp.) y su relación con rendimientos. Revista Agricultura PG: 17:21-25.
- Torres Paz, J.; Acosta Granados, J. s.f. *Fisiología de la caña de azúcar*. II. La Floración <http://monografias.umcc.cu/monos/2002/Jesus%20Torres1.pdf>.
- Viveros Valens, CA; Cassalet, C. (1993). *Inducción y sincronización de floración en variedades de caña de azúcar*. Sugar Jour. 95 PG: 289-292.

## XVI. ANEXOS

**Cuadro N°4.** Porcentaje de floración en variedades de caña de azúcar evaluadas en INIA.

| N° | Variedades  | % Floración |
|----|-------------|-------------|
| 1  | CO-622      | 0           |
| 2  | CP 72-2086  | 0           |
| 3  | CP 74-2005  | 60.68       |
| 4  | CP 80-1743  | 90.24       |
| 5  | CP 81-1254  | 67.39       |
| 6  | CP 82-1172  | 87.59       |
| 7  | CP 85-1382  | 0           |
| 8  | H 32-8560   | 46.15       |
| 9  | H 57-3775   | 10.95       |
| 10 | LCP 86-454  | 80.35       |
| 11 | Mex 68-P 23 | 0           |
| 12 | Mex 69-290  | 14.28       |
| 13 | Mex 69-420  | 0           |
| 14 | My 54-129   | 86.73       |
| 15 | My 57-15    | 63.82       |
| 16 | My 57-16    | 6.73        |
| 17 | PCG 12-745  | 8.59        |
| 18 | POJ-2878    | 7.95        |
| 19 | POJ-2883    | 0           |
| 20 | RB 72-454   | 29.78       |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro N°05.** Variedades de caña según su comportamiento sexual.

| <b>VARIEDAD</b>    | <b>%<br/>Floración</b> | <b>Polen<br/>viable (%)</b> | <b>Variedades que<br/>se comportan<br/>como hembras</b> | <b>Variedades que se<br/>comportan como<br/>machos</b> |
|--------------------|------------------------|-----------------------------|---|--|
| <b>CO-622</b>      | <b>0</b>               | <b>0</b>                    | <b>0</b>  | <b>0</b>   |
| <b>CP 72-2086</b>  | <b>0</b>               | <b>0</b>                    | <b>0</b>  | <b>0</b>   |
| <b>CP 74-2005</b>  | <b>60.80</b>           | <b>47.86</b>                |   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>CP 80-1743</b>  | <b>90.24</b>           | <b>48.59</b>                |   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>CP 81-1254</b>  | <b>67.39</b>           | <b>50.69</b>                |   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>CP 82-1172</b>  | <b>87.59</b>           | <b>46.82</b>                |   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>CP 85-1382</b>  | <b>0</b>               | <b>0</b>                    | <b>0</b>  | <b>0</b>   |
| <b>H 32-8560</b>   | <b>46.15</b>           | <b>18.60</b>                | <b>Femenino</b>   |  |
| <b>H 57-3775</b>   | <b>10.95</b>           | <b>44.64</b>                | <b>35</b>   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>LCP 86-454</b>  | <b>80.35</b>           | <b>45.94</b>                | <b>35</b>   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>Mex 68-P 23</b> | <b>0</b>               | <b>0</b>                    | <b>0</b>  | <b>0</b>   |
| <b>Mex 69-290</b>  | <b>14.28</b>           | <b>7.17</b>                 | <b>Femenino</b>   |  |
| <b>Mex 69-420</b>  | <b>0</b>               | <b>0</b>                    | <b>0</b>  | <b>0</b>   |
| <b>My 54-129</b>   | <b>86.73</b>           | <b>42.12</b>                | <b>38</b>   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>My 57-15</b>    | <b>63.82</b>           | <b>41.26</b>                | <b>34</b>   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>My 57-16</b>    | <b>6.73</b>            | <b>43.12</b>                | <b>32</b>   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>PCG 12-745</b>  | <b>8.59</b>            | <b>19.55</b>                | <b>Femenino</b>   |  |
| <b>POJ-2878</b>    | <b>7.95</b>            | <b>39.8</b>                 | <b>36</b>   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>POJ-2883</b>    | <b>0</b>               | <b>0</b>                    | <b>0</b>  | <b>0</b>   |
| <b>RB 72-454</b>   | <b>29.78</b>           | <b>48.28</b>                | <b>40</b>   | <b>Masculino</b>                                       |
| <b>Total</b>       |                        |                             | <b>3</b>  | <b>11</b>  |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro N° 6.** Grados floración de 20 variedades de caña de azúcar en el INIA.

| Escalas      | Intensidad (% de Floración) | Variedades de caña de azúcar en estudio                               |
|--------------|-----------------------------|---|
| Nula         | 0% de Floración             | 6: (Co 622, CP72-2086, CP85-1382, Mex 68-P23, Mex 69-420 y POJ 2883). |
| Escasa       | De 0.1 a 20%                | 5: (H 57-3775, Mex 69-290, My 57-16, PCG 12-745 y POJ 2878).          |
| Regular      | De 20.1 a 50%               | 2: (H 32-8560 y RB 72-454).   |
| Profusa      | De 50.1 a 80%               | 3: (CP 74-2005, CP 81-1254 y My 57-15).                               |
| Muy Profusa  | Mayor a 80%                 | 4: (CP 80-1743, CP 82-1172, LCP 86-454 y My 54-129).                  |
| <b>Total</b> |                             | <b>20</b>   |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro N° 7.** Clasificación de variedades de caña de azúcar en estudio de acuerdo a días de floración.

| N° | Variedades | Clasificación de variedades de acuerdo a días a la floración |             |         |
|----|------------|--|-------------|---------|
|    |            | Precoces   | Intermedias | Tardías |
| 1  | CP 74-2005 |  | ✓           |         |
| 2  | CP 80-1743 |  | ✓           |         |
| 3  | CP 81-1254 | ✓  |             |         |
| 4  | CP 82-1172 |  | ✓           |         |
| 5  | H 32-8560  |  | ✓           |         |



|    |            |   |   |   |
|----|------------|---|---|---|
| 6  | H 57-3775  |   | ✓ |   |
| 7  | LCP 86-454 |   |   | ✓ |
| 8  | Mex 69-290 | ✓ |   |   |
| 9  | My 54-129  | ✓ |   |   |
| 10 | My 57-15   |   | ✓ |   |
| 11 | My 57-16   |   |   | ✓ |
| 12 | PCG 12-745 | ✓ |   |   |
| 13 | POJ-2878   | ✓ |   |   |
| 14 | RB 72-454  |   | ✓ |   |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro N° 8.** Variables medidas de floración de las variedades de caña de azúcar en estudio en campos del INIA-Lambayeque, 2018.

| <b>VARIEDAD</b> | <b>% Flor</b> | <b>Días Flor</b> | <b>Polen viable (%)</b> | <b>Duración de Floración (Días)</b> |
|-----------------|---------------|------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| CO-622          | 0             | 0                | 0                       | 0                                   |
| CP 72-2086      | 0             | 0                | 0                       | 0                                   |
| CP 74-2005      | 60.80         | 381              | 47.86                   | 25                                  |
| CP 80-1743      | 90.24         | 381              | 48.59                   | 32                                  |
| CP 81-1254      | 67.39         | 316              | 50.69                   | 34                                  |
| CP 82-1172      | 87.59         | 384              | 46.82                   | 33                                  |
| CP 85-1382      | 0             | 0                | 0                       | 0                                   |
| H 32-8560       | 46.15         | 386              | 18.60                   | 42                                  |
| H 57-3775       | 10.95         | 386              | 44.64                   | 35                                  |
| LCP 86-454      | 80.35         | 436              | 45.94                   | 35                                  |
| Mex 68-P 23     | 0             | 0                | 0                       | 0                                   |
| Mex 69-290      | 14.28         | 329              | 7.17                    | 21                                  |
| Mex 69-420      | 0             | 0                | 0                       | 0                                   |
| My 54-129       | 86.73         | 326              | 42.12                   | 38                                  |
| My 57-15        | 63.82         | 391              | 41.26                   | 34                                  |
| My 57-16        | 6.73          | 436              | 43.12                   | 32                                  |
| PCG 12-745      | 8.59          | 316              | 19.55                   | 33                                  |
| POJ-2878        | 7.95          | 328              | 39.8                    | 36                                  |
| POJ-2883        | 0             | 0                | 0                       | 0                                   |
| RB 72-454       | 29.78         | 391              | 48.28                   | 40                                  |
| <b>Promedio</b> | <b>47.23</b>  | <b>370.5</b>     | <b>41.03</b>            | <b>33.57</b>                        |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro N° 9.** Resúmenes estadísticos para días a floración de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio.

| <b>Estadísticos</b>                            | <b>Días Flor</b> |
|--|------------------|
| <b>Promedio (Días Flor)</b>                    | <b>370</b>       |
| <b>Desviación Estándar</b>                     | <b>177</b>       |
| <b>Coefficiente de Variación</b>               | <b>7</b>         |
| <b>Mínimo (Días Flor)</b>                      | <b>316</b>       |
| <b>Máximo (Días Flor)</b>                      | <b>436</b>       |
| <b>Diferencia entre Máximo y Mínimo (Días)</b> | <b>120</b>       |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro N ° 10.** Longitud promedio de semilla botánica de las 14 variedades de caña de azúcar que florecieron, expresada en milímetros.

| N° | Variedad        | N° de semilla botánica de caña en posición longitudinal contenida en 2 cm (20 mm) | Promedio de longitud de semilla botánica (m.m.) |
|----|-----------------|---|---|
| 1  | RB 72-454       | 8   | 2.50  |
| 2  | CP 74-2005      | 7   | 2.86  |
| 3  | H 32-8560       | 6   | 3.33  |
| 4  | My 54-129       | 6   | 3.33  |
| 5  | H 57-3775       | 6   | 3.33  |
| 6  | PCG 12-745      | 5   | 4.00  |
| 7  | CP 81-1254      | 7   | 2.86  |
| 8  | LCP 86-454      | 8   | 2.50  |
| 9  | CP 82-1172      | 7   | 2.86  |
| 10 | CP 80-1743      | 6   | 3.33  |
| 11 | My 57-15        | 9   | 2.22  |
| 12 | My 57-16        | 6   | 3.33  |
| 13 | POJ-2878        | 7   | 2.86  |
| 14 | Mex 69-420      | 6   | 3.33  |
|    | <b>PROMEDIO</b> |   | <b>3.05</b>                                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 11.** Diámetro promedio de semilla botánica de las 14 variedades de caña de azúcar que florecieron, expresada en milímetros.

| N° | Variedad        | N° de semillas botánica de caña en posición diametral contenida en 2 cm (20 mm) | Promedio del diámetro de semilla botánica (m.m.) |
|----|-----------------|---|--|
| 1  | RB 72-454       | 21  | 0.95   |
| 2  | CP 74-2005      | 20  | 1.00   |
| 3  | H 32-8560       | 18  | 1.11   |
| 4  | My 54-129       | 19  | 1.05   |
| 5  | H 57-3775       | 25  | 0.80   |
| 6  | PCG 12-745      | 23  | 0.87   |
| 7  | CP 81-1254      | 19  | 1.05   |
| 8  | LCP 86-454      | 23  | 0.87   |
| 9  | CP 82-1172      | 18  | 1.11   |
| 10 | CP 80-1743      | 21  | 0.95   |
| 11 | My 57-15        | 22  | 0.91   |
| 12 | My 57-16        | 19  | 1.05   |
| 13 | POJ-2878        | 24  | 0.83   |
| 14 | Mex 69-420      | 20  | 1.00   |
|    | <b>PROMEDIO</b> |   | <b>0.97</b>                                      |

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 12.** Energía germinativa y poder germinativo de la semilla botánica de las 14 variedades de caña que presentaron floración.

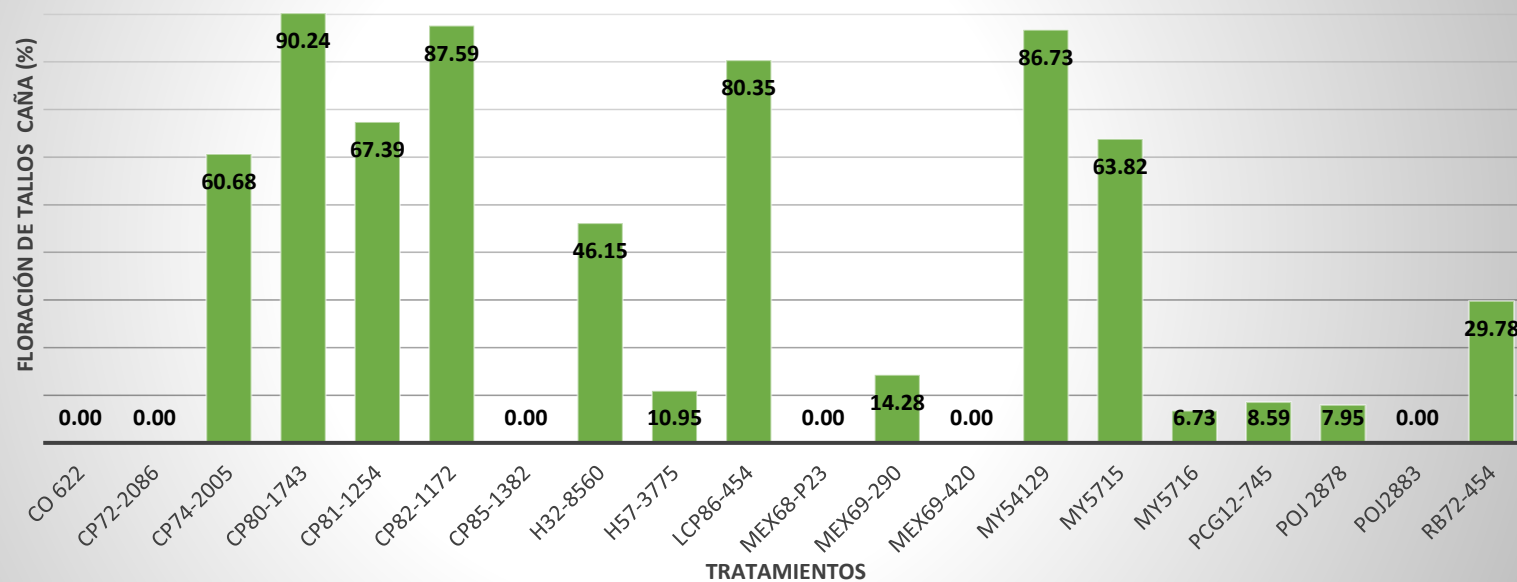
| N°       | VARIEDAD   | NÚMERO SEMILLA BOTÁNICA SEMBRADA | FECHA DE SIEMBRA | AÑO 2018  |      |      |      |      |           |      |      |      |      | Total semillas germinadas | Energía Germinativa |  |   |               |
|----------|------------|----------------------------------|------------------|-----------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|---------------------------|---------------------|--|---|---------------|
|          |            |                                  |                  | Noviembre |      |      |      |      | Diciembre |      |      |      |      |                           | N° Días Germinación | (2/3) del total de semillas germinadas | (1/3) del total de días que dura la germinación | % Germinación |
|          |            |                                  |                  | 26        | 27   | 28   | 29   | 30   | 1         | 2    | 3    | 4    | 5    |                           |                     |  |   |               |
| 1        | H 57-3775  | 1000                             | 19/11/2018       | 1         | 3    | 5    | 10   | 4    | 2         | 1    | 0    | 0    | 0    | 26                        | 7                   | 17.33                                  | 2   | 2.60          |
|          |            | 100                              |                  | 0.1       | 0.3  | 0.5  | 1    | 0.4  | 0.2       | 0.1  | 0    | 0    | 0    | 2.6                       | 7                   | 1.73                                   | 2   | 2.60          |
| 2        | MY 57-15   | 1000                             | 19/11/2018       | 1         | 1    | 7    | 2    | 1    | 1         | 0    | 0    | 0    | 0    | 13                        | 6                   | 8.67                                   | 2   | 1.30          |
|          |            | 100                              |                  | 0.1       | 0.1  | 0.7  | 0.2  | 0.1  | 0.1       | 0    | 0    | 0    | 0    | 1.3                       | 6                   | 0.87                                   | 2   | 1.30          |
| 3        | MY 57-16   | 1000                             | 19/11/2018       | 0         | 1    | 1    | 3    | 1    | 1         | 1    | 0    | 0    | 0    | 8.00                      | 6                   | 5.33                                   | 2   | 0.80          |
|          |            | 100                              |                  | 0         | 0.1  | 0.1  | 0.3  | 0.1  | 0.1       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.80                      | 6                   | 0.53                                   | 2   | 0.80          |
| 4        | CP81-1254  | 1000                             | 19/11/2018       | 1         | 2    | 5    | 12   | 3    | 2         | 1    | 1    | 0    | 0    | 27                        | 8                   | 18.00                                  | 3   | 2.70          |
|          |            | 100                              |                  | 0.1       | 0.2  | 0.5  | 1.2  | 0.3  | 0.2       | 0.1  | 0.1  | 0    | 0    | 2.7                       | 8                   | 1.80                                   | 3   | 2.70          |
| 5        | CP 80-1743 | 1000                             | 19/11/2018       | 1         | 2    | 8    | 10   | 8    | 1         | 1    | 0    | 0    | 0    | 31                        | 7                   | 20.67                                  | 2   | 3.10          |
|          |            | 100                              |                  | 0.1       | 0.2  | 0.8  | 1    | 0.8  | 0.1       | 0.1  | 0    | 0    | 0    | 3.1                       | 7                   | 2.07                                   | 2   | 3.10          |
| 6        | CP 82-1172 | 1000                             | 19/11/2018       | 0         | 1    | 1    | 2    | 8    | 1         | 1    | 0    | 0    | 0    | 14                        | 6                   | 9.33                                   | 2   | 1.40          |
|          |            | 100                              |                  | 0         | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.8  | 0.1       | 0.1  | 0    | 0    | 0    | 1.40                      | 6                   | 0.93                                   | 2   | 1.40          |
| 7        | CP 85-1382 | 1000                             | 19/11/2018       | 0         | 1    | 1    | 5    | 2    | 1         | 1    | 0    | 0    | 0    | 11                        | 6                   | 7.33                                   | 2   | 1.10          |
|          |            | 100                              |                  | 0         | 0.1  | 0.1  | 0.5  | 0.2  | 0.1       | 0.1  | 0    | 0    | 0    | 1.1                       | 6                   | 0.73                                   | 2   | 1.10          |
| 8        | H 32-8560  | 1000                             | 19/11/2018       | 1         | 1    | 2    | 6    | 1    | 1         | 0    | 0    | 0    | 0    | 12                        | 6                   | 8.00                                   | 2   | 1.20          |
|          |            | 100                              |                  | 0.1       | 0.1  | 0.2  | 0.6  | 0.1  | 0.1       | 0    | 0    | 0    | 0    | 1.2                       | 6                   | 0.80                                   | 2   | 1.20          |
| 9        | LCP 86-454 | 1000                             | 19/11/2018       | 1         | 2    | 3    | 7    | 3    | 1         | 1    | 1    | 0    | 0    | 19                        | 8                   | 12.67                                  | 3   | 1.90          |
|          |            | 100                              |                  | 0.1       | 0.2  | 0.3  | 0.7  | 0.3  | 0.1       | 0.1  | 0.1  | 0    | 0    | 1.9                       | 8                   | 1.27                                   | 3   | 1.90          |
| 10       | Mex 69-290 | 1000                             | 19/11/2018       | 0         | 1    | 2    | 11   | 3    | 1         | 1    | 0    | 0    | 0    | 19                        | 6                   | 12.67                                  | 2   | 1.90          |
|          |            | 100                              |                  | 0         | 0.1  | 0.2  | 1.1  | 0.3  | 0.1       | 0.1  | 0    | 0    | 0    | 1.9                       | 6                   | 1.27                                   | 2   | 1.90          |
| 11       | My 54-129  | 1000                             | 19/11/2018       | 0         | 1    | 1    | 4    | 2    | 1         | 0    | 0    | 0    | 0    | 9                         | 5                   | 6.00                                   | 2   | 0.90          |
|          |            | 100                              |                  | 0         | 0.1  | 0.1  | 0.4  | 0.2  | 0.1       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.9                       | 5                   | 0.60                                   | 2   | 0.90          |
| 12       | PCG 12-745 | 1000                             | 19/11/2018       | 1         | 1    | 7    | 2    | 1    | 1         | 0    | 0    | 0    | 0    | 13                        | 6                   | 8.67                                   | 2   | 1.30          |
|          |            | 100                              |                  | 0.1       | 0.1  | 0.7  | 0.2  | 0.1  | 0.1       | 0    | 0    | 0    | 0    | 1.3                       | 6                   | 0.87                                   | 2   | 1.30          |
| 13       | POJ 2878   | 1000                             | 19/11/2018       | 0         | 1    | 1    | 9    | 2    | 2         | 1    | 1    | 0    | 0    | 17                        | 7                   | 11.33                                  | 2   | 1.70          |
|          |            | 100                              |                  | 0         | 0.1  | 0.1  | 0.9  | 0.2  | 0.2       | 0.1  | 0.1  | 0    | 0    | 1.7                       | 7                   | 1.13                                   | 2   | 1.70          |
| 14       | RB 72-454  | 1000                             | 19/11/2018       | 1         | 2    | 3    | 9    | 3    | 1         | 1    | 0    | 0    | 0    | 20                        | 7                   | 13.33                                  | 2   | 2.00          |
|          |            | 100                              |                  | 0.1       | 0.2  | 0.3  | 0.9  | 0.3  | 0.1       | 0.1  | 0    | 0    | 0    | 2                         | 7                   | 1.33                                   | 2   | 2.00          |
| TOTAL    |            | 1000                             | Semillas         | 8         | 20   | 47   | 92   | 42   | 17        | 10   | 3    | 0    | 0    | 239                       | 91                  | 159.33                                 | 30.33   | 23.90         |
| PROMEDIO |            | 1000                             | Semillas         | 0.57      | 1.43 | 3.36 | 6.57 | 3    | 1.21      | 0.71 | 0.21 | 0    | 0    | 17.07                     | 6.50                | 11.38                                  | 2.17  | 1.71          |
| TOTAL    |            | 100                              | Semillas         | 0.80      | 2.00 | 4.70 | 9.20 | 4.20 | 1.70      | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 23.90                     | 91                  | 15.93                                  | 30.33   | 23.90         |
| PROMEDIO |            | 100                              | Semillas         | 0.06      | 0.14 | 0.34 | 0.66 | 0.3  | 0.12      | 0.07 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 1.71                      | 6.50                | 1.14                                   | 2.17  | 1.71          |

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 21: VALORES PROMEDIOS DE LA FLORACIÓN DE TALLOS DE CAÑA DE AZÚCAR (%)**

| BLOQ  | T1     | T2        | T3        | T4        | T5        | T6        | T7        | T8       | T9       | T10       | T11       | T12       | T13       | T14     | T15    | T16    | T17       | T18      | T19     | T20      | TOTAL   | PROM  |
|-------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|--------|-----------|----------|---------|----------|---------|-------|
|       | CO 622 | CP72-2086 | CP74-2005 | CP80-1743 | CP81-1254 | CP82-1172 | CP85-1382 | H32-8560 | H57-3775 | LCP86-454 | MEX68-P23 | MEX69-290 | MEX69-420 | MY54129 | MY5715 | MY5716 | PCG12-745 | POJ 2878 | POJ2883 | RB72-454 |         |       |
| I     | 0.00   | 0.00      | 62.45     | 85.76     | 70.43     | 93.13     | 0.00      | 47.63    | 11.56    | 84.32     | 0.00      | 15.23     | 0.00      | 87.34   | 66.37  | 7.02   | 9.04      | 8.05     | 0.00    | 28.87    | 677.20  | 33.86 |
| II    | 0.00   | 0.00      | 58.91     | 94.12     | 68.56     | 85.44     | 0.00      | 42.68    | 10.46    | 77.56     | 0.00      | 13.42     | 0.00      | 83.46   | 61.45  | 6.74   | 8.65      | 7.98     | 0.00    | 30.57    | 650.00  | 32.50 |
| III   | 0.00   | 0.00      | 60.68     | 90.84     | 63.18     | 84.20     | 0.00      | 48.14    | 10.83    | 79.17     | 0.00      | 14.19     | 0.00      | 89.39   | 63.64  | 6.43   | 8.08      | 7.82     | 0.00    | 29.90    | 656.49  | 32.82 |
| TOTAL | 0.00   | 0.00      | 182.04    | 270.72    | 202.17    | 262.77    | 0.00      | 138.45   | 32.85    | 241.05    | 0.00      | 42.84     | 0.00      | 260.19  | 191.46 | 20.19  | 25.77     | 23.85    | 0.00    | 89.34    | 1983.69 | 99.18 |
| PROM  | 0.00   | 0.00      | 60.68     | 90.24     | 67.39     | 87.59     | 0.00      | 46.15    | 10.95    | 80.35     | 0.00      | 14.28     | 0.00      | 86.73   | 63.82  | 6.73   | 8.59      | 7.95     | 0.00    | 29.78    | 661.23  | 33.06 |

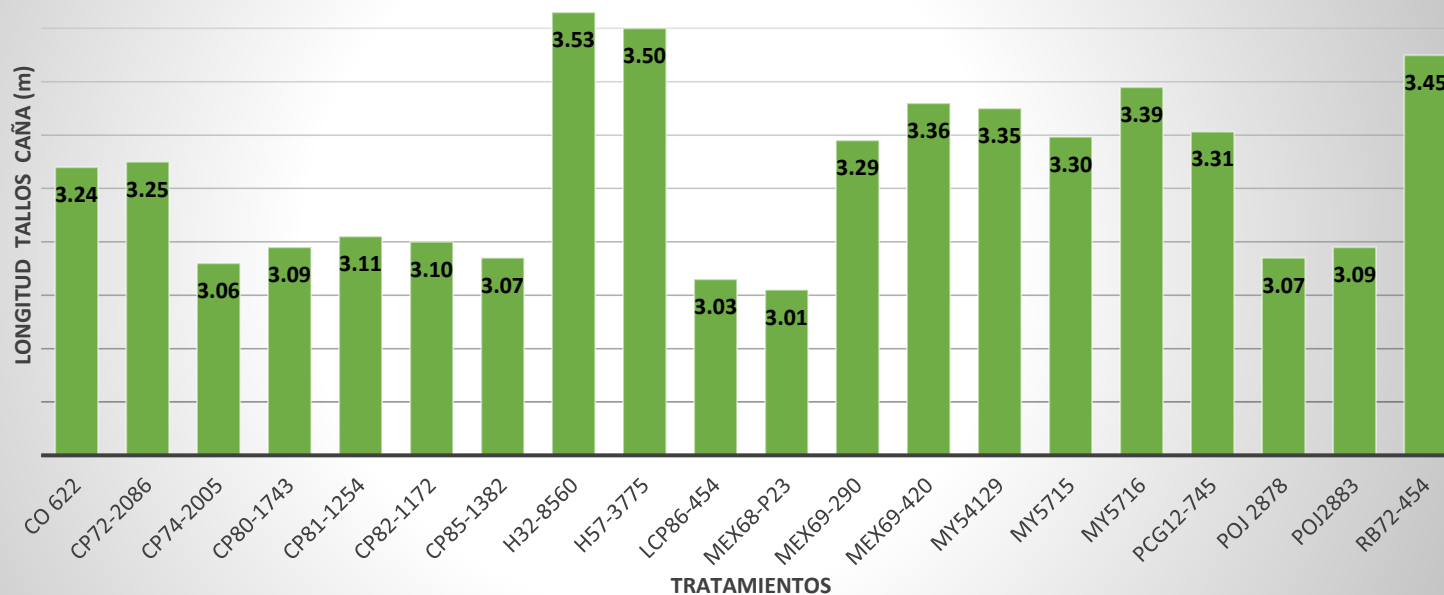
**Gráfico 1: Floración de Tallos de Caña de Azúcar (%)**



**CUADRO 22: VALORES PROMEDIOS DE LA LONGITUD DE TALLOS DE CAÑA DE AZÚCAR (m)**

| BLOQ  | T1     | T2        | T3        | T4        | T5        | T6        | T7        | T8       | T9       | T10       | T11       | T12       | T13       | T14     | T15    | T16    | T17       | T18      | T19     | T20      | TOTAL  | PROM |
|-------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|--------|-----------|----------|---------|----------|--------|------|
|       | CO 622 | CP72-2086 | CP74-2005 | CP80-1743 | CP81-1254 | CP82-1172 | CP85-1382 | H32-8560 | H57-3775 | LCP86-454 | MEX68-P23 | MEX69-290 | MEX69-420 | MY54129 | MY5715 | MY5716 | PCG12-745 | POJ 2878 | POJ2883 | RB72-454 |        |      |
| I     | 3.22   | 3.35      | 3.16      | 3.12      | 3.14      | 3.15      | 3.08      | 3.62     | 3.42     | 3.06      | 3.05      | 3.21      | 3.24      | 3.38    | 3.23   | 3.40   | 3.18      | 3.14     | 3.15    | 3.54     | 64.84  | 3.24 |
| II    | 3.05   | 3.18      | 3.08      | 3.08      | 3.09      | 3.10      | 3.12      | 3.55     | 3.56     | 2.99      | 3.00      | 3.28      | 3.45      | 3.41    | 3.28   | 3.28   | 3.26      | 3.04     | 3.02    | 3.38     | 64.20  | 3.21 |
| III   | 3.45   | 3.22      | 2.94      | 3.07      | 3.10      | 3.05      | 3.01      | 3.42     | 3.52     | 3.04      | 2.98      | 3.38      | 3.39      | 3.26    | 3.38   | 3.49   | 3.48      | 3.03     | 3.10    | 3.43     | 64.74  | 3.24 |
| TOTAL | 9.72   | 9.75      | 9.18      | 9.27      | 9.33      | 9.30      | 9.21      | 10.59    | 10.50    | 9.09      | 9.03      | 9.87      | 10.08     | 10.05   | 9.89   | 10.17  | 9.92      | 9.21     | 9.27    | 10.35    | 193.78 | 9.69 |
| PROM  | 3.24   | 3.25      | 3.06      | 3.09      | 3.11      | 3.10      | 3.07      | 3.53     | 3.50     | 3.03      | 3.01      | 3.29      | 3.36      | 3.35    | 3.30   | 3.39   | 3.31      | 3.07     | 3.09    | 3.45     | 64.59  | 3.23 |

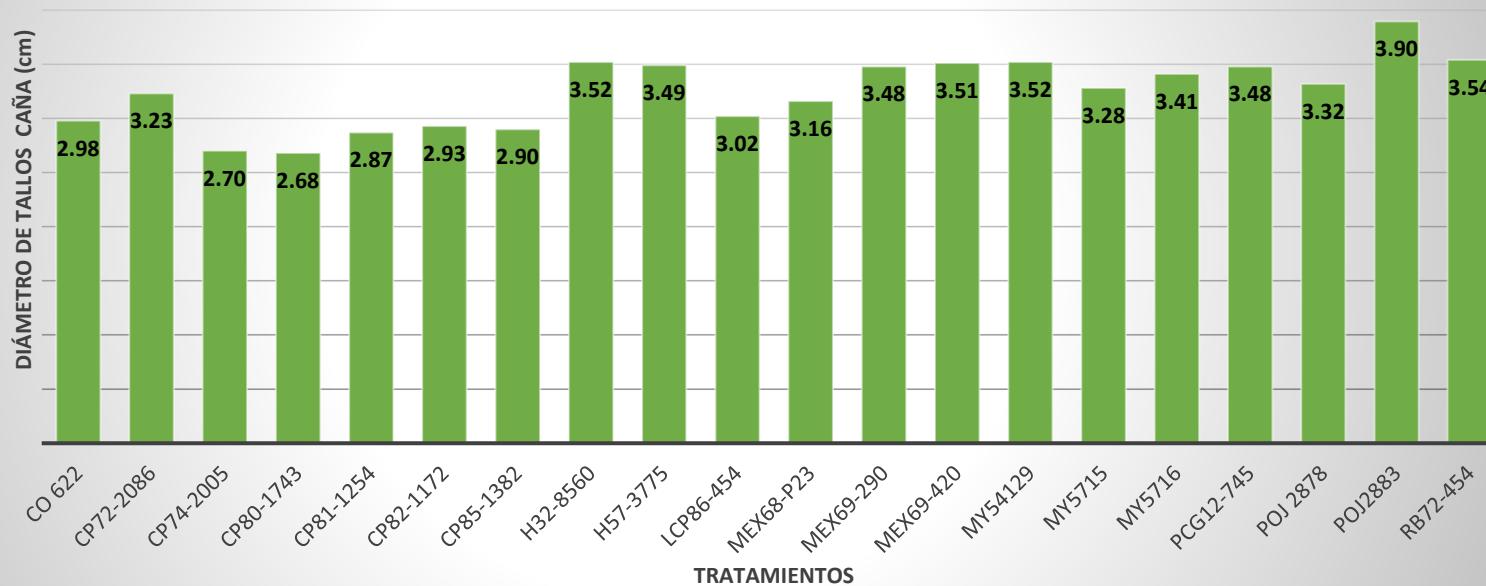
**Gráfico 2: Longitud de Tallos de Caña de Azúcar (m)**



**CUADRO 23: VALORES PROMEDIOS DEL DIÁMETRO DE TALLOS DE CAÑA DE AZÚCAR (cm)**

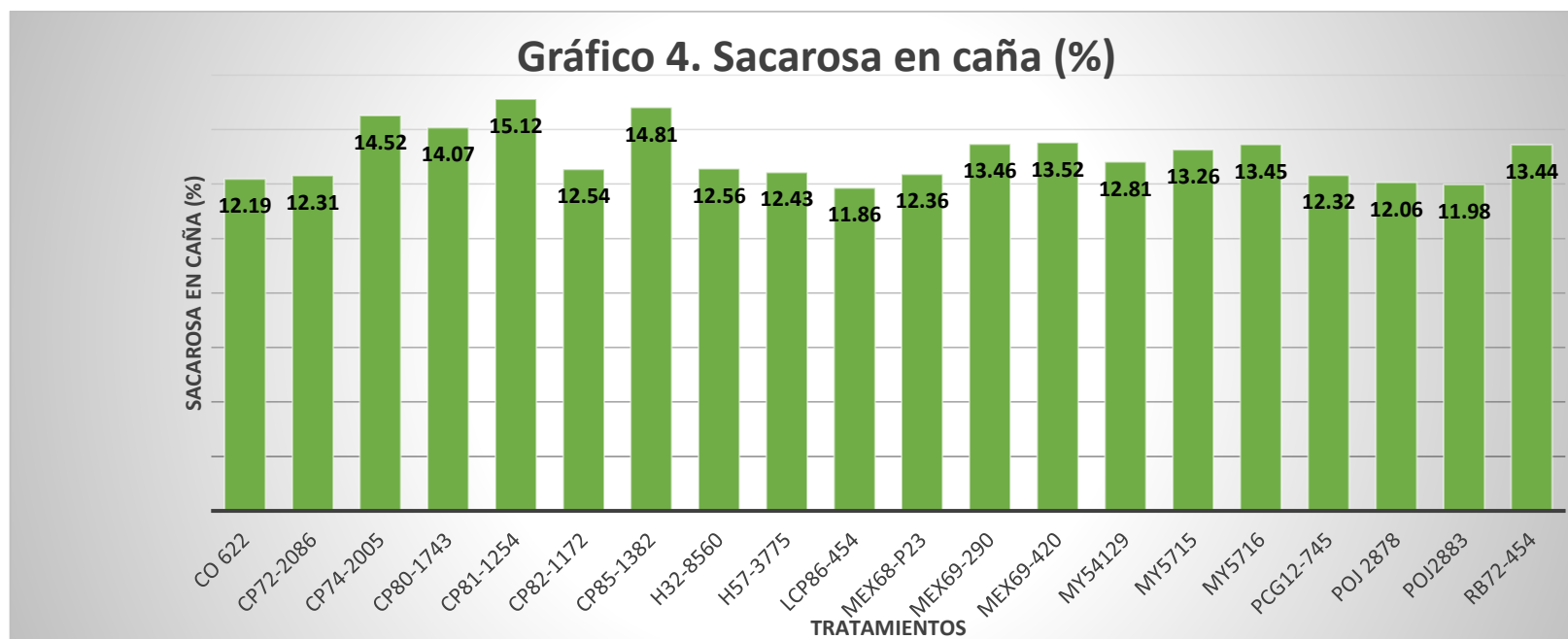
| BLOQ  | T1     | T2        | T3        | T4        | T5        | T6        | T7        | T8       | T9       | T10       | T11       | T12       | T13       | T14     | T15    | T16    | T17       | T18      | T19     | T20      | TOTAL  | PROM |
|-------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|--------|-----------|----------|---------|----------|--------|------|
|       | CO 622 | CP72-2086 | CP74-2005 | CP80-1743 | CP81-1254 | CP82-1172 | CP85-1382 | H32-8560 | H57-3775 | LCP86-454 | MEX68-P23 | MEX69-290 | MEX69-420 | MY54129 | MY5715 | MY5716 | PCG12-745 | POJ 2878 | POJ2883 | RB72-454 |        |      |
| I     | 3.12   | 3.15      | 2.82      | 2.78      | 2.78      | 2.98      | 2.88      | 3.55     | 3.52     | 3.08      | 3.22      | 3.55      | 3.48      | 3.57    | 3.15   | 3.43   | 3.64      | 3.34     | 3.85    | 3.57     | 65.46  | 3.27 |
| II    | 2.94   | 3.25      | 2.62      | 2.66      | 2.84      | 2.86      | 3.04      | 3.41     | 3.58     | 3.02      | 3.10      | 3.21      | 3.56      | 3.32    | 3.06   | 3.25   | 3.25      | 3.26     | 3.78    | 3.46     | 63.47  | 3.17 |
| III   | 2.88   | 3.29      | 2.66      | 2.60      | 2.99      | 2.95      | 2.78      | 3.60     | 3.37     | 2.96      | 3.16      | 3.68      | 3.49      | 3.67    | 3.63   | 3.55   | 3.55      | 3.36     | 4.06    | 3.59     | 65.82  | 3.29 |
| TOTAL | 8.94   | 9.69      | 8.10      | 8.04      | 8.61      | 8.79      | 8.70      | 10.56    | 10.47    | 9.06      | 9.48      | 10.44     | 10.53     | 10.56   | 9.84   | 10.23  | 10.44     | 9.96     | 11.69   | 10.62    | 194.75 | 9.74 |
| PROM  | 2.98   | 3.23      | 2.70      | 2.68      | 2.87      | 2.93      | 2.90      | 3.52     | 3.49     | 3.02      | 3.16      | 3.48      | 3.51      | 3.52    | 3.28   | 3.41   | 3.48      | 3.32     | 3.90    | 3.54     | 64.92  | 3.25 |

**Gráfico 3: Diámetro de Tallos de Caña de Azúcar (cm)**



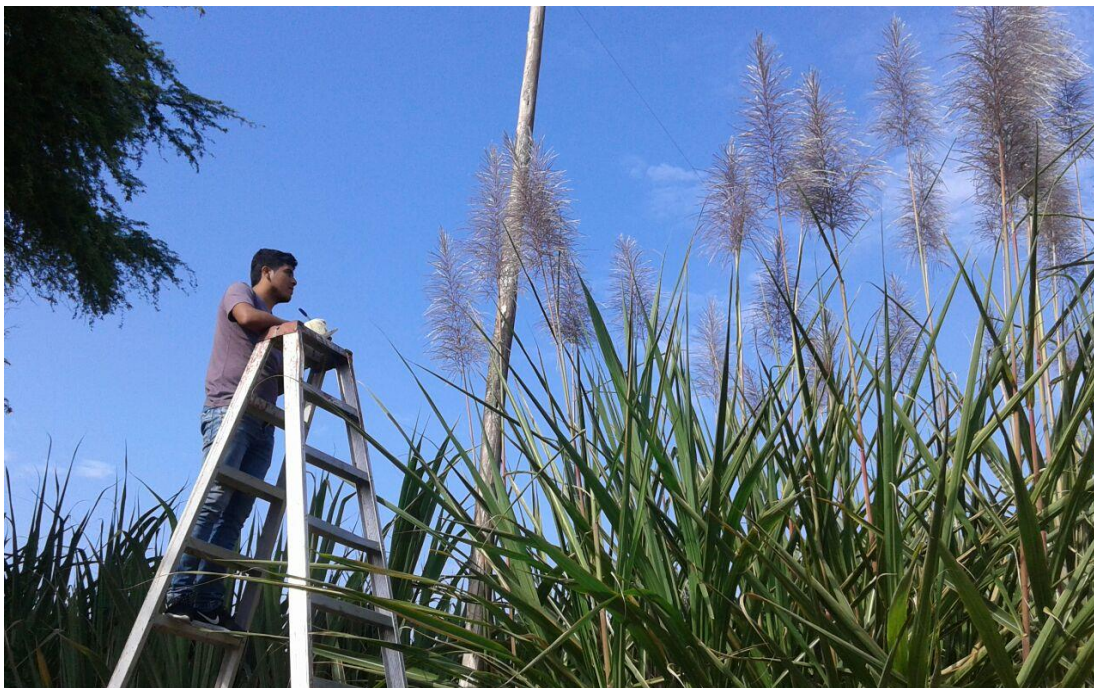
**CUADRO 24: VALORES PROMEDIOS DE SACAROSA EN CAÑA (%)**

| BLOQ  | T1     | T2        | T3        | T4        | T5        | T6        | T7        | T8       | T9       | T10       | T11       | T12       | T13       | T14     | T15    | T16    | T17       | T18      | T19     | T20      | TOTAL  | PROM  |
|-------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|--------|-----------|----------|---------|----------|--------|-------|
|       | CO 622 | CP72-2086 | CP74-2005 | CP80-1743 | CP81-1254 | CP82-1172 | CP85-1382 | H32-8560 | H57-3775 | LCP86-454 | MEX68-P23 | MEX69-290 | MEX69-420 | MY54129 | MY5715 | MY5716 | PCG12-745 | POJ 2878 | POJ2883 | RB72-454 |        |       |
| I     | 12.08  | 12.27     | 14.55     | 14.12     | 15.22     | 12.38     | 14.92     | 12.66    | 12.14    | 11.66     | 12.18     | 13.23     | 13.32     | 12.91   | 13.36  | 13.55  | 12.40     | 12.17    | 12.04   | 13.36    | 260.52 | 13.03 |
| II    | 12.24  | 12.43     | 14.34     | 14.03     | 15.03     | 12.46     | 14.64     | 12.57    | 12.34    | 11.93     | 12.34     | 13.36     | 13.55     | 12.79   | 13.12  | 13.22  | 12.23     | 12.02    | 11.92   | 13.21    | 259.77 | 12.99 |
| III   | 12.25  | 12.23     | 14.67     | 14.06     | 15.11     | 12.78     | 14.87     | 12.45    | 12.81    | 11.99     | 12.56     | 13.80     | 13.69     | 12.73   | 13.30  | 13.58  | 12.33     | 11.99    | 11.98   | 13.75    | 262.93 | 13.15 |
| TOTAL | 36.57  | 36.93     | 43.56     | 42.21     | 45.36     | 37.62     | 44.43     | 37.68    | 37.29    | 35.58     | 37.08     | 40.39     | 40.56     | 38.43   | 39.78  | 40.35  | 36.96     | 36.18    | 35.94   | 40.32    | 783.22 | 39.16 |
| PROM  | 12.19  | 12.31     | 14.52     | 14.07     | 15.12     | 12.54     | 14.81     | 12.56    | 12.43    | 11.86     | 12.36     | 13.46     | 13.52     | 12.81   | 13.26  | 13.45  | 12.32     | 12.06    | 11.98   | 13.44    | 261.07 | 13.05 |





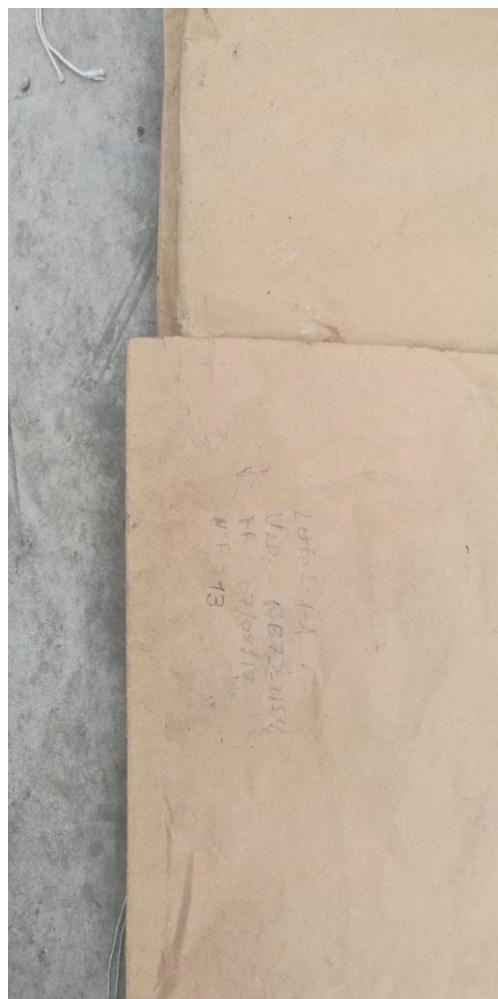
## PANEL FOTOGRÁFICO



**Foto N°1:** Monitoreo y evaluación de la floración de las 20 variedades de caña en estudio, en campos de la Estación Experimental Agraria Vista Florida.



**Foto N° 2 y 3.** Recolección de las inflorescencias de las variedades de caña del campo de la Estación Experimental Agraria Vista Florida.



**Foto N° 4 y 5.** Vista de las bolsas de papel kraft con las inflorescencias cosechadas.



**Foto N° 6.** Vista de la semilla botánica de caña de azúcar en la manta polar para separarla de las impurezas.





**Foto N° 7.** Vista de la semilla botánica de caña de azúcar con pelusa.



**Foto N° 8.** Vista del frotamiento manual de la semilla botánica de caña de azúcar para separarla de impurezas.



**Foto N° 9.** Vista de la fricción entre la manta y la semilla.



**Foto N° 10.** Vista de la semilla con pelusa que ha sido agitada y las pelusas se han unido para formar motas.





**Foto N° 11.** Vista de la semilla botánica aún con pelusas.



**Foto N° 12.** Vista de la semilla botánica de la caña de azúcar libre de impurezas, lista para la siembra en bandejas germinadoras del INIA.



**Foto N° 13.** Pesado de arena de río, para preparación de sustrato.



**Foto N° 14.** Pesado de Humus de Lombriz, para preparación del sustrato.





**Foto N° 15.** Vista del sustrato preparado a base de tierra agrícola, arena de río y humus de lombriz en la proporción 7:3:2.



**Foto N° 16 y 17.** Vista de la realización de la mezcla del sustrato: tierra agrícola, arena de río, humus de lombriz y a su vez se procedió al llenado de las bandejas, para la siembra de la semilla botánica de caña de azúcar.



**Foto N° 18.** Pase de un riego ligero previo a la siembra de la semilla botánica de caña de azúcar.



**Foto N° 19.** Vista de las bandejas de germinación etiquetadas para proceder a la siembra de la semilla botánica de caña de azúcar.





**Foto N° 20.** Vista de la distribución de la semilla botánica de las 20 variedades de caña de azúcar en estudio, y se realizó la siembra de las 1000 semillas por bandeja.



**Foto N°21.** Vista de la siembra de semilla botánica de caña por el método de siembra al voleo



**Foto N° 22.** Vista del tapado de la semilla botánica de caña, con una capa ligera de arena fin de río.



**Foto N° 23.** Vista de la semilla botánica de caña sembrada, lista para recibir un ligero riego.





**Foto N° 24.** Vista del riego de las bandejas germinadoras, usando una mochila de fumigar de 20 Litros. Dos veces por día (mañana y tarde durante 15 días).



**Foto N° 25 y 26:** realizando la labor correspondiente de corte (base, medio, superior), de las muestras extraídas de campo conformado por 6 a 8 tallos de caña de cada variedad.



**Foto N°27 y 28:** prosiguiendo con la molienda de los 6 a 8 tallos de las partes (base, medio, superior), de cada variedad y a su vez las muestras fueron trasladadas hacia el laboratorio para su respectivo análisis.



**Foto N° 29:** Verificación del correcto funcionamiento y Calibración de los equipos: Refractómetro automático digital y Sacarímetro automático digital para su respectivo análisis de jugos.



**Foto N° 30 y 31:** Vasos Precipitados; Embudo para canalizar los líquidos y donde fueron colocados los jugos de caña de azúcar para su respectivo análisis.

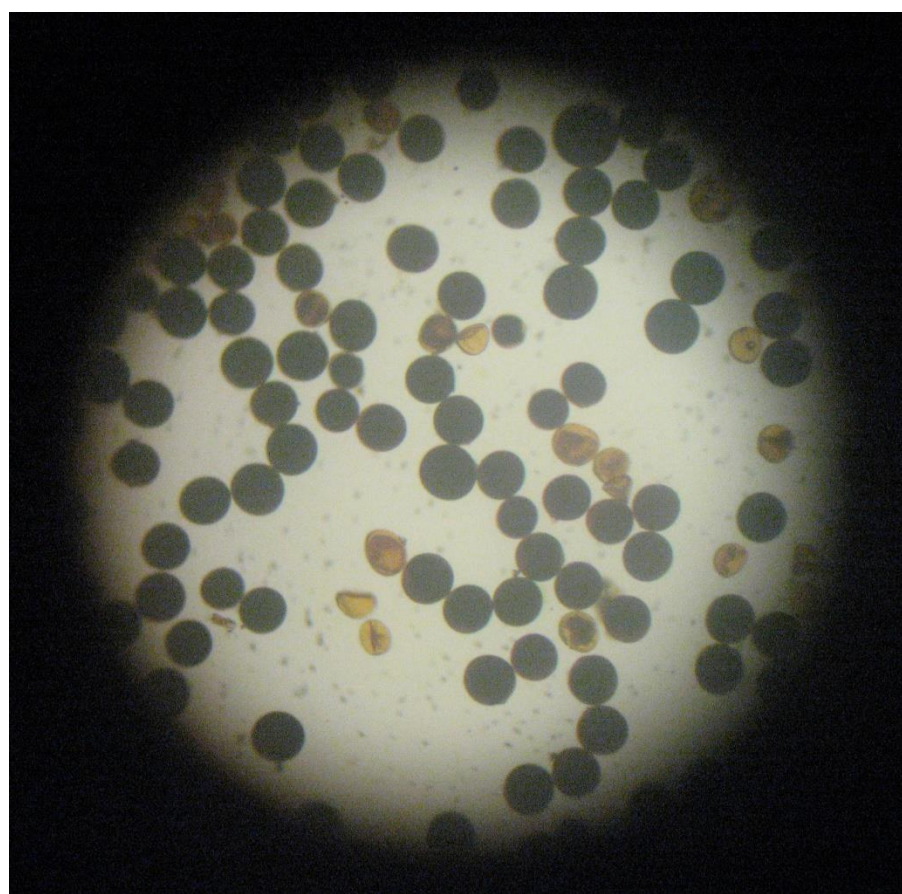
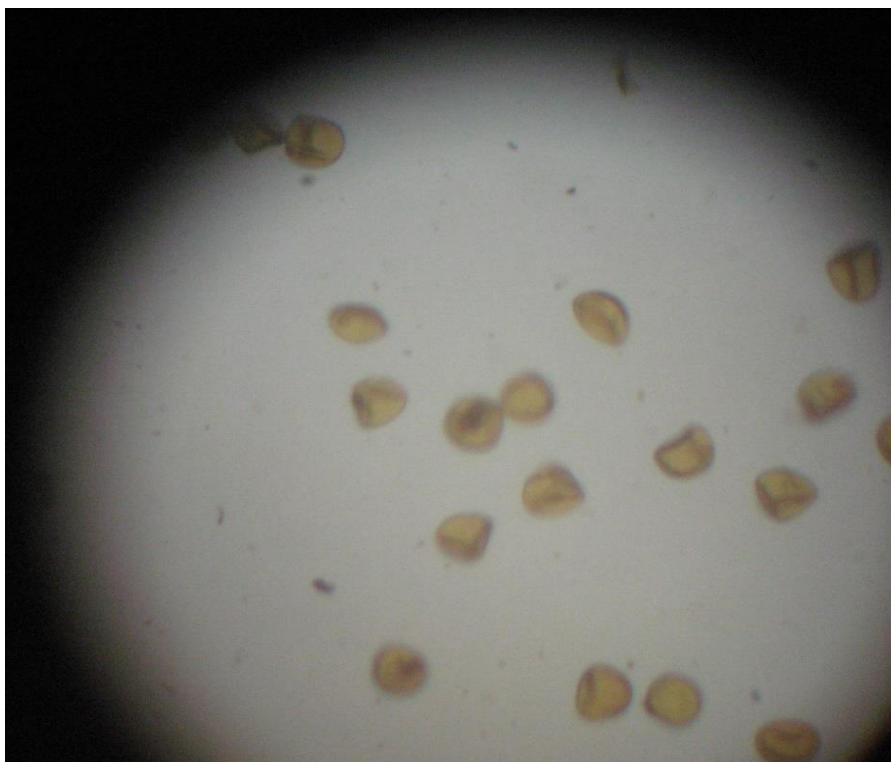




**Foto N° 32.** Vista de la realización de las cruzas biparentales de las variedades de caña de azúcar en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Vista Florida. Lambayeque 2018.



**Foto N° 33:** Inflorescencias de caña protegidas con una bolsa, para evitar pérdida de semilla.



**Foto N° 34 y 35:** Vista de los granos de polen de caña de color azul y hialino, para determinar su fertilidad y sexo de las variedades de caña.





**Foto N° 36:** Plántulas de caña originadas por semilla sexual de caña.



**Foto N° 37:** Vista de la evaluación de las plántulas de caña germinadas en bandejas y con sustratos esterilizados en invernadero de la EEA. Vista Florida.





**Foto N° 38:** Mantenimiento de las plántulas de caña en invernadero de la EEA. Vista Florida.



**Foto N° 39:** Vista de la evaluación y cosecha de las inflorescencias en campo de la EEA. Vista Florida.



**Foto N° 40 y 41:** Vista de las bandejas germinadoras de caña debidamente identificadas en invernadero de la EEA. Vista Florida.





**Foto N° 42 y 43:** Vista de recolección de inflorescencias maduras de las variedades de caña en estudio. Ilustración 2: Secado de inflorescencias en bolsa de papel Kraft por 6 – 8 días.



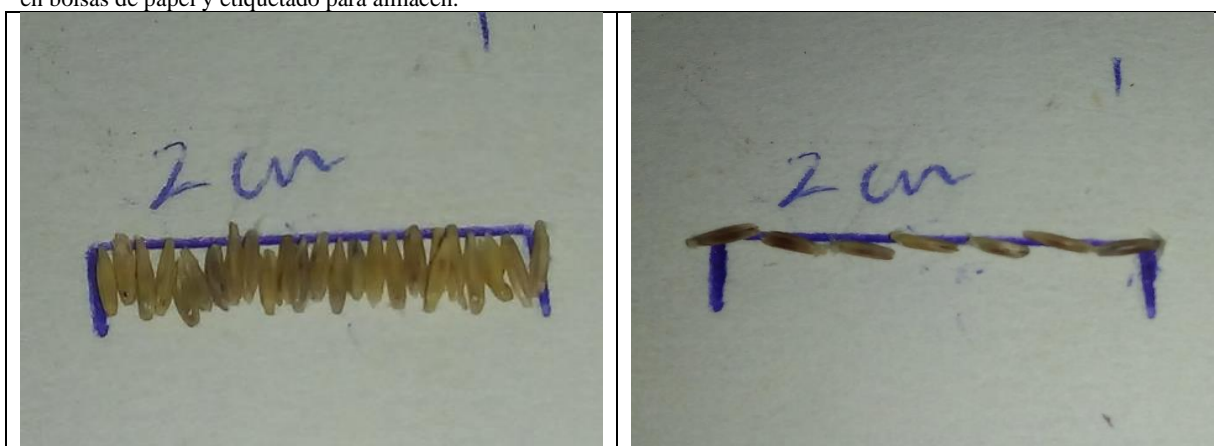
**Foto N° 44 y 45:** Procesamiento de las espigas de las variedades que se realizó el cruzamiento. Semilla híbrida con impurezas obtenida del procesamiento de las espigas.



**Foto N° 46 y 47:** Limpieza de la semilla de caña de las impurezas a través del método de la franela. Ilustración 6: Tamizado de las semillas para eliminar las impurezas sobrantes.



**Foto N° 48 y 49:** Vista de la semilla híbrida de caña libre de impurezas. Ilustración 8: Pesado y envasado de la semilla híbrida en bolsas de papel y etiquetado para almacén.



**Foto 50 y 51:** Medición de diámetro de semilla en 20 mm (2 cm). y Medición de longitud de semilla en 20 mm (2 cm).



**Foto N° 52:** Vista de las plántulas de caña de azúcar germinadas en buen estado de crecimiento para su evaluación en invernadero del INIA-Lambayeque.





**Foto N° 53:** Vista de las variedades de caña de azúcar en plena floración en los campos experimentales de la Estación Experimental Agraria Vista Florida del INIA-Lambayeque.