

1 **EFFECTO DE APLICACIÓN DE CARBONATITA EN LA INDUCCIÓN FLORAL**  
2 **PISTILADA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.)**

3  
4 EFFECT OF APPLICATION OF CARBONATITA IN THE PISTILATED FLORAL INDUCTION  
5 OF SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.)  
6

7  
8 Danter Cachique.<sup>1</sup>, Marisol Gonzales<sup>2</sup>, José Anaya<sup>2</sup>

9 1. Instituto Peruano del Sacha Inchi y Oleaginosas Promisorias: dcachique@gmail.com

10 2. Agroindustrias Amazónicas: jay@incainchi.com  
11

12 **RESUMEN**

13 El presente trabajo consta de dos ensayos: en el primer experimento se evaluó el efecto  
14 de cuatro dosis de benciladenina (BA), con una frecuencia de tres aplicaciones en plantas  
15 de *Plukenetia volubilis* L. en floración. La estructura floral es un sistema monoico,  
16 inflorescencias hermafroditas con flores unisexuales. Presentan flores estaminadas y  
17 pistiladas, siendo la estaminadas en mayor cantidad agrupadas en nudos distales y  
18 encontrándose solitarias en la parte basal 1-2 flores pistiladas por inflorescencia. El  
19 incremento del número de flores pistiladas es fundamental para lograr un mayor  
20 rendimiento en el cultivo de sachá inchi. La aplicación de benciladenina (BA) convierte  
21 flores estaminadas en pistiladas y aproximadamente el 4 al 10 % de las flores pistiladas  
22 inducidas desarrollaron frutos. Los tratamientos con diversas concentraciones de BA  
23 resultaron entre 1-58.8 flores pistiladas por inflorescencias alcanzado el promedio más  
24 alto de 58.8 a 40 mg/L del tratamiento con BA. El número de poly inflorescencias  
25 pistiladas por ramas alcanzó valores de 0-14.8, siendo el promedio más alto con 14.8 a  
26 un tratamiento de 40 mg/L con BA. El número promedio de frutos logrados por  
27 inflorescencia fue de 5.2 en plantas tratadas con la concentración de 20 mg/L en relación  
28 a 1.0 de las plantas testigo. La frecuencia de aplicación de BA cada 6 meses presento  
29 resultados alentadores en este primer ensayo preliminar. Los resultados alcanzados en  
30 el presente estudio determinaron que benciladenina es un inductor floral y puede  
31 promover un mayor fructificación en plantas de sachá inchi.

32 En el segundo experimento se evaluó el efecto de la carbonatita asociada a la inducción  
33 floral; Tres tratamientos fueron utilizados: **T1: Carbonatita + Inducción Floral**  
34 (200g/planta); **T2: Carbonatita** (200g/planta) y T3: **Testigo**, que fueron distribuidos  
35 bajo el Diseño de Bloque Completo al Azar con tres tratamientos y tres repeticiones, el  
36 material genético empleado fue el ecotipo Misquiyacu (nombre del lugar de procedencia).  
37 En las variables inicio de floración y diámetro de tallo no se encuentra diferencias  
38 estadísticas significativas entre los tratamientos. El tratamiento T1, Carbonatita +  
39 Inducción Floral supera estadísticamente a los demás tratamientos en estudio para las  
40 variables: número y peso de frutos y rendimiento de semillas por hectárea, logrando  
41 4,482 kg ha<sup>-1</sup>, 2,682 kg ha<sup>-1</sup> y 989.31 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

43

44

45 Por lo tanto, para las condiciones del suelo ácido donde se instaló el ensayo, nos  
46 demuestra que aplicando carbonatita se puede obtener mejores rendimientos.

47 **Palabras clave:** Plukenetia volubilis, floración, pistilada, estaminada, carbonatita.

48

#### **ABSTRACT**

49 This study evaluated the effects of four doses of benzyladenine, with a frequency of three  
50 applications Plukenetia volubilis L. plants in bloom. The floral structure is a monoecious  
51 hermaphrodite system, inflorescences with unisexual flowers. Staminate and pistillate  
52 flowers present, being the greater amount estaminadas distal grouped in knots and being  
53 lonely in the basal 1-2 pistillate flowers per inflorescence. The increase in the number of  
54 pistillate flowers is essential to achieve higher performance in growing sachá inchi. The  
55 application of benzyl adenine (BA) was converted in staminate flowers and pistillate  
56 about 4 to 10% of the fruits developed pistillate flowers induced. Treatment with various  
57 concentrations of BA was between 1-58.8 female flowers per inflorescence reached the  
58 highest average of 58.8 to 40 mg / L treatment with BA.

59 The number of poly pistillate inflorescences by branches reached values of 0-14.8, with  
60 the highest average 14.8 to treatment with 40 mg / L with BA. The average number of  
61 fruits per inflorescence achieved was 5.2 in plants treated with 20 mg / L compared to  
62 1.0 in control plants. The results obtained in this study determined that BA is a growth  
63 regulator in plants with pistillate potential to induce flowering and fruiting promote  
64 greater Sachá inchi plant.

65

66 In the second experiment, the effect of carbonatite associated with floral induction was  
67 evaluated; Three treatments were used: T1: Carbonatite + Floral Induction (200g /  
68 plant); T2: Carbonatite (200g / plant) and T3: Control, which were distributed under the  
69 Design of Complete Block at random with three treatments and three repetitions, the  
70 genetic material used was the Misquiyacu ecotype (name of place of origin). In the  
71 variables flowering initiation and stem diameter, no significant statistical differences were  
72 found between the treatments. The treatment T1, Carbonatite + Floral Induction  
73 statistically surpasses the other treatments under study for the variables: number and  
74 weight of fruits and yield of seeds per hectare, achieving 4,482 kg ha<sup>-1</sup>, 2,682 kg ha<sup>-1</sup>  
75 and 989.31 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. Therefore, for the acid soil conditions where the test  
76 was installed, it shows us that by applying carbonatite, better yields can be obtained.

77 **Key words:** *Plukenetia volubilis*, flowering, pistillate, staminate, carbonatite

## 78 **INTRODUCCIÓN**

79 El sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo), especie nativa de la Amazonía se caracteriza  
80 principalmente por ser una fuente importante de omega 3, ya que posee almendras con  
81 mayor concentración de ácidos grasos esenciales que ninguna otra especie conocida en  
82 el mundo, razón por la cual el mercado internacional del producto se ha venido  
83 incrementando significativamente en los últimos años (Porrás, 2005).

84 El sistema sexual es monoico, inflorescencias hermafroditas con flores unisexuales.  
85 Presentan flores estaminadas y pistiladas, siendo la estaminadas agrupadas en nudos  
86 distales y las pistiladas encontrándose solitarias en la parte basal, raramente  
87 encontrándose en grupos de 2 ó 3. La inflorescencia presenta un aspecto cónico (los  
88 pedicelos de flores estaminadas de la parte inferior se desarrollan primero más que las  
89 superiores). Cachique 2006.

90 Existen técnicas para la reversión sexual empleando reguladores de crecimientos que  
91 pueden provocar cambios en la química interna de la planta y en los balances hormonales  
92 que pueden ser capaces de enmascarar las interpretaciones químicas de rasgos sexuales  
93 heredados causando que el sexo opuesto pueda expresarse parcial o totalmente.  
94 También hay varios factores que interactúan para obtener éxito utilizando estos  
95 métodos, los cuales son la forma, el lugar (en la planta), la cantidad y frecuencia de  
96 aplicación. Litwack, 2005.

97 Considerando la importancia de sachá inchi en proceso de domesticación y el hecho que  
98 aún no se haya liberado una variedad, se realizó la presente investigación con el objetivo  
99 de incrementar el número de flores pistiladas por inflorescencia empleando un regulador  
100 de crecimiento con la finalidad de favorecer una mayor producción de frutos en la planta,  
101 como una alternativa a la escases de variedades altamente productivas.

## 102 **MATERIALES Y METODOS**

103 El presente trabajo se desarrolló en campos experimentales de san pedro de cumbaza,  
104 cuyas coordenadas geográficas son: Longitud 06° 32' 0.9'', Latitud 76° 17' 57'', y  
105 una altitud de 297 m.s.n.m. comprendida en del Distrito de San Antonio de Cumbaza,  
106 Provincia y Región San Martín.

107

108 El presente estudio se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con  
109 un arreglo factorial de 5 (dosis) x 3 (frecuencia de aplicación), conformado por 12  
110 tratamientos, 3 repeticiones y 3 plantas por unidad experimental. Las plantas fueron

111 sembradas a un distanciamiento de 3 m × 3 m mediante un sistema de tutoraje en  
112 espalderas, se seleccionaran 108 plantas uniformes al inicio de la etapa de floración para  
113 cada tratamiento.

114 Se preparó una solución madre siguiendo el método descrito por Qiantang Fu & ZengFu  
115 Xu (2014), en la cual menciona preparar la solución madre (1 mg / ml) de BA  
116 (Benciladenina).

117

118 Las soluciones de trabajo de diversas concentraciones de BA (0, 10, 20, 30 y 40 mg/ L)  
119 se pulverizó sobre las plantas con un rociador de mano, mojando las plantas hasta el  
120 punto de escurrimiento (aproximadamente 300 ml BA de solución de trabajo por planta).

121 Las plantas en tratamiento se pulverizarón con 300 ml de agua destilada que contiene  
122 0,05 % (v / v) de Tween - 20 y NaOH 1,28 mM (es decir, NaOH de concentración  
123 equivalente a la de 160 mg / L de solución de trabajo **BA**). La pulverización se realizará  
124 según el tratamiento establecido al anochecer. Los experimentos se iniciaron a principios  
125 de febrero del 2015, evaluando los sgtes parámetros: N° de flores  
126 pistiladas/inflorescencia, N° de poly inflorescencia/ramas, N° de frutos/inflorescencia y  
127 N° de frutos/inflorescencia/frecuencia de aplicación.

128

129 Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza y sometidos a la prueba de  
130 Tukey ( $p < 0,05$ ) para determinar la naturaleza de las diferencias entre tratamientos.

131

## 132 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 133 **1.1 Número de Flores pistiladas por Inflorescencia**

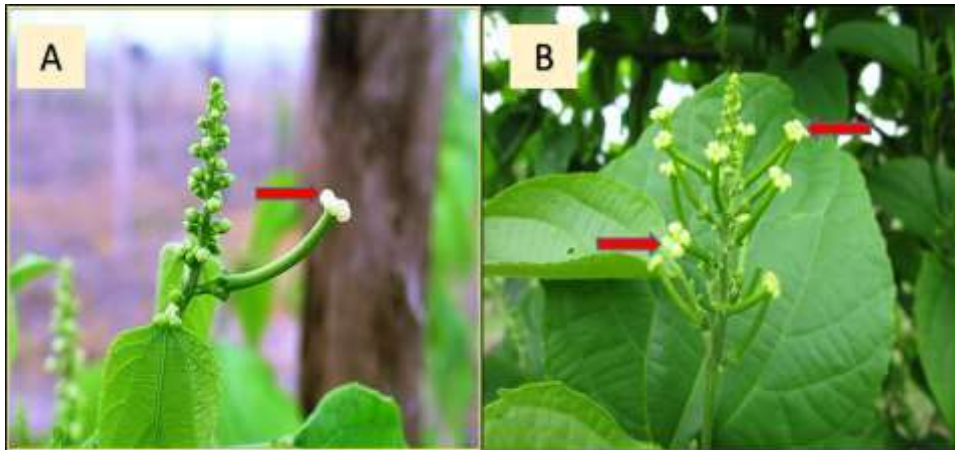
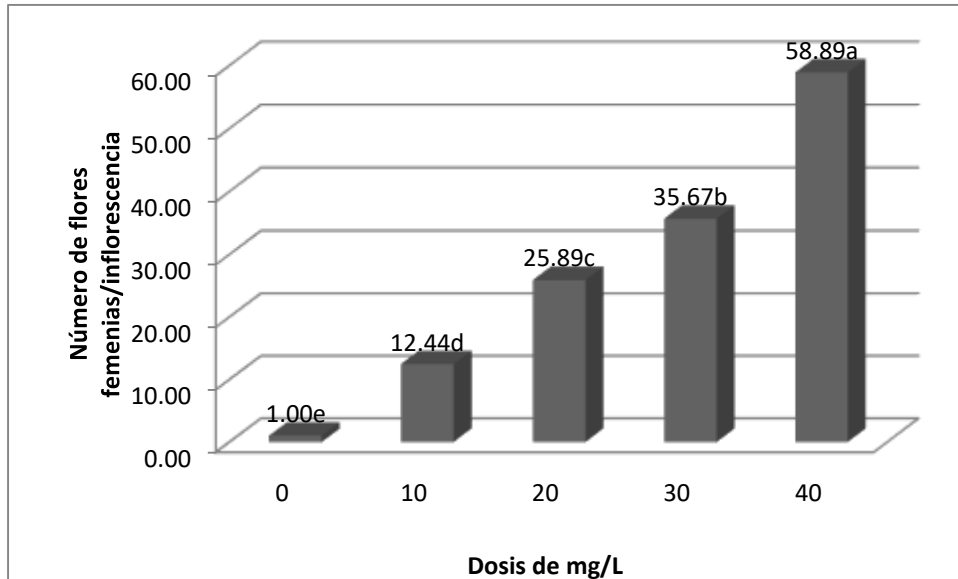
134 Las plantas tratadas con BA lograron inducir flores estaminadas a pistiladas tal  
135 como se aprecia en el **Figura 1**. Después del tratamiento con BA muchas flores  
136 pistiladas aparecieron en lugares donde normalmente se ubica flores  
137 estaminadas. Cada inflorescencia tratada con BA produjo de 12.4 -58.9 flores  
138 pistiladas, mientras solo 1 flor pistilada en las inflorescencia de las plantas testigo.  
139 El número de flores pistiladas incrementaron a media que se incrementaba las  
140 dosis de BA, alcanzando un promedio de 58.8 a 40 mg /L.

141

142 **Figura 1.** Número de Flores Femeninas /Inflorescencia

143

144



**Figura A.** Inflorescencia de planta testigo

**Figura B.** Inflorescencia de plantas tratadas con 20 mg/L de BA

145

146

147

## 148 **1.2 Número de Poly inflorescencias pistiladas/ramas**

149

150

151

152

153

154

Las plantas tratadas con BA lograron inducir un mayor número de poly inflorescencias pistiladas /rama, tal como se aprecia en el **Figura 2**. Después del tratamiento con BA. Cada planta tratada produjo en promedio de 7.7 -14.9 poly inflorescencia pistiladas por ramas, observando diferencias a medida que la dosis se incrementaba.

155

156

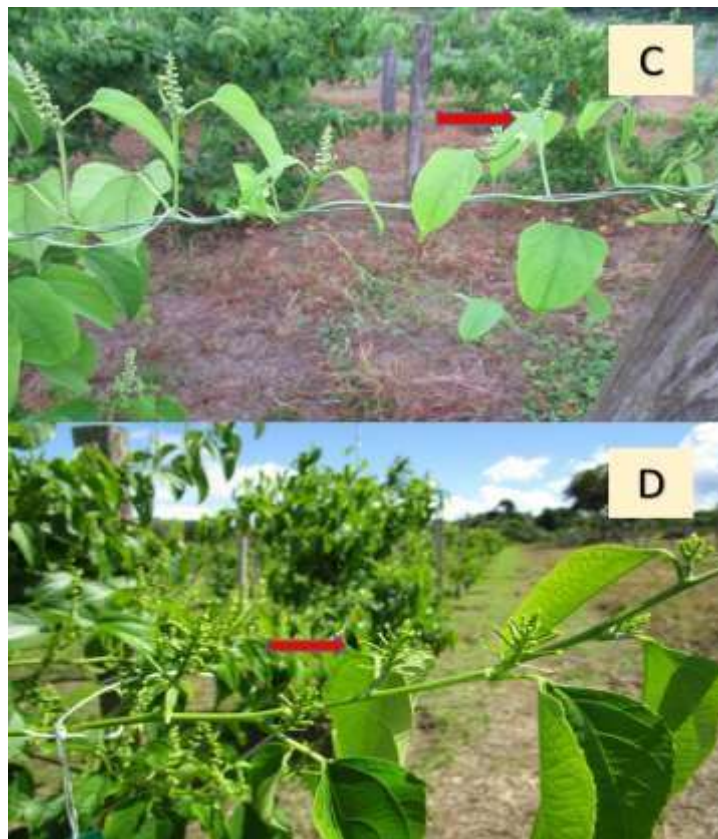
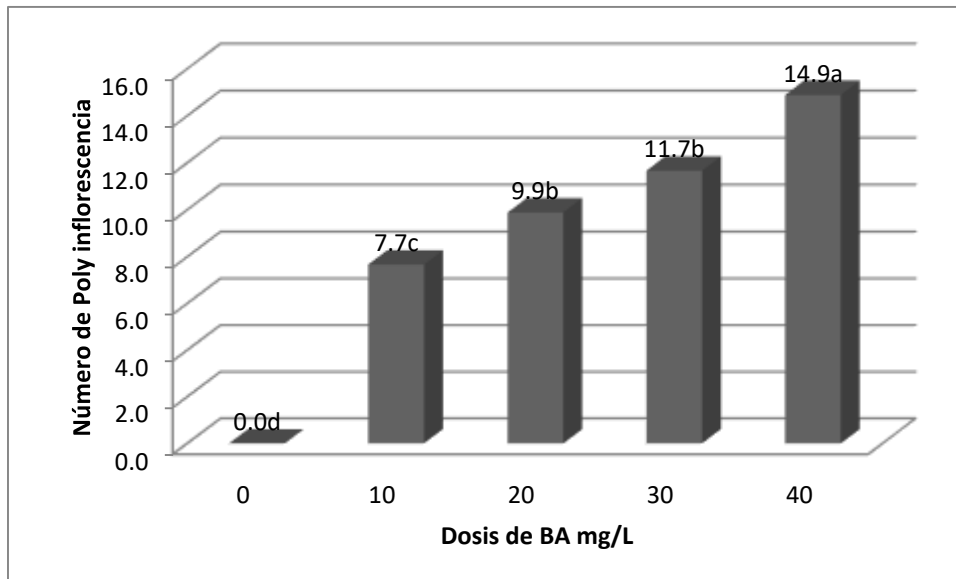
157

158

159

160

**Figura 2.** Número de Poly Inflorescencias Femeninas/Ramas



161  
 162  
 163  
 164  
 165  
 166  
 167  
 168  
 169  
 170

Los tratamientos con altas concentraciones de BA (30 o 40 mg/L) dieron como resultado la conversión en su gran mayoría de las flores estaminadas a flores pistiladas en las inflorescencias. La mayoría de las flores hembras inducidas por 10, 20, 30 mg/L de tratamiento BA mostraron morfología normal. El tratamiento con alta concentración de BA (40 mg/L) dio como resultado un aumento en el número de flores hembras anormales, aunque estos tratamientos indujeron una mayor producción de flores pistiladas, que lo que hicieron los tratamientos de baja concentración de BA. Las flores pistiladas anormales inducidas por alta concentración de BA tenían un estilo curvado y/o un estigma cerrado. Algunas de

171 las flores hembras anormales fueron envueltas por los pétalos y no pudieron  
172 convertirse en frutos.

173  
174 Numerosos estudios han demostrado que varias fitohormonas tienen efectos de  
175 estaminización o pistilización en diversas especies. El etileno demostró ser la  
176 hormona clave para la feminización determinante en pepino (Ando et al., 2001;  
177 Grumet y Taft, 2011).

178  
179 El ácido giberélico reportó tener un efecto masculinizante en la espinaca (*Spinacia*  
180 *oleracea*) (Chailakhyan y Khryanin, 1978), pero un efecto de feminización en  
181 *Hyoscyamus niger* y el maíz (Resende y Viana, 1959; Dellaporta y Calderón-Urrea,  
182 1994). La auxina ha demostrado tener un efecto de feminización en *Opuntia*  
183 *Stenopetala* y *Cannabis sativus* (Heslop-Harrison, 1956; Orozco-Arroyo et al.,  
184 2012). Pero un efecto masculinizante en *Mercurialis annua* (Hamdi et al., 1987).

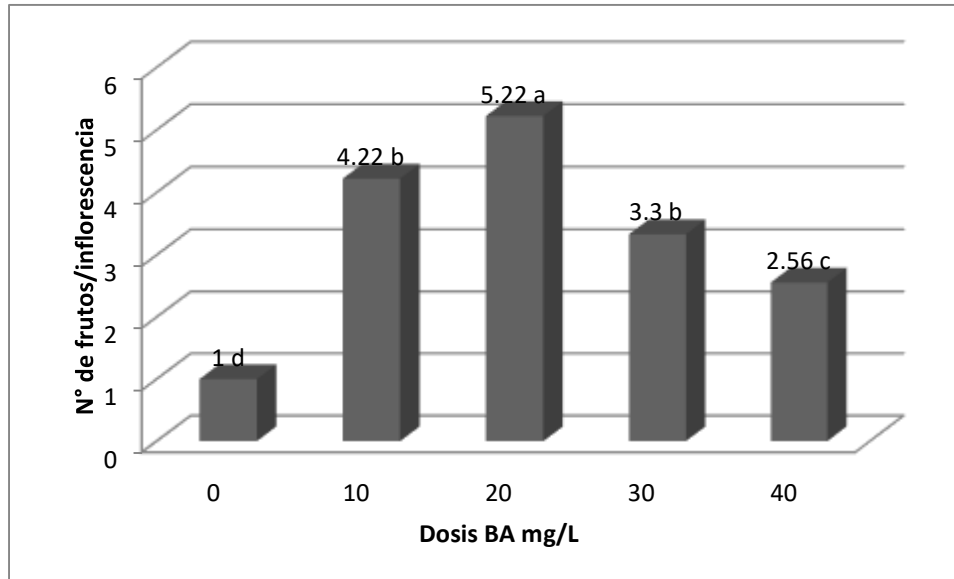
185  
186

### 187 **Figura 3. Número de Frutos / Inflorescencia**

188  
189

190 El número de flores pistiladas es un determinante crítico para el número de frutos  
191 en plantas monoicas como el Sacha inchi. Aproximadamente el 4-10 % de las flores  
192 pistiladas inducidas con BA desarrolló frutos, lo que resultó en un incremento en  
193 el número de cápsulas en relación a las plantas sin aplicación (testigo).

194  
195  
196  
197  
198



199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

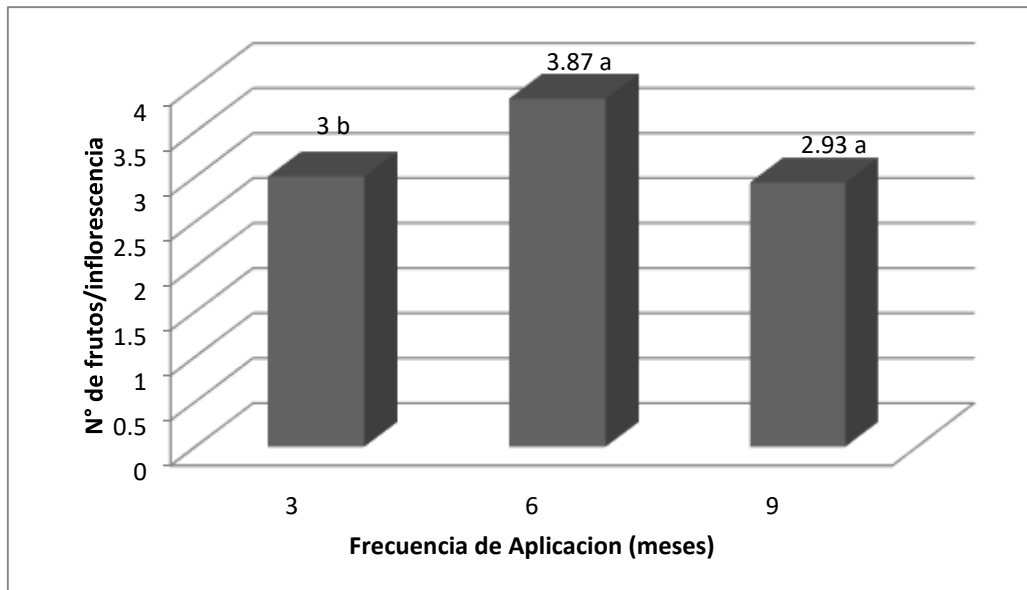
209

210

Se produjeron 1.0 fruto promedio por inflorescencia en plantas testigo (Figura 3 A y C), mientras que los tratamientos donde se aplicaron BA resultaron produciendo de 1-7 frutos por inflorescencia, con un promedio de 5,2 frutos en el tratamiento de 20 mg/L de BA (figura 3 B y D).

**Figura 4. Número de Frutos / Inflorescencia / Frecuencia de Aplicación**





212

213

214

215

216

217

El número de flores pistiladas aumentó con el aumento de las concentraciones de BA, pero la formación de frutos disminuyó a medida que la concentración de BA. El tratamiento con 20 mg/L de BA produjo el mayor número de frutos por infrutescencia se fueron incrementando. Figura 3.

218

219

220

221

222

Con respecto a la frecuencia de aplicación para el número de frutos/Inflorescencia se observa que los tratamientos con una frecuencia de aplicación de 6 y 9 meses; pero para la práctica resultaría satisfactorio cada 6 meses, dado que considerando el estadio del desarrollo del fruto es cada 5 meses, se puede alcanzar 2 frutos inducidos por año, los mismo que son corroborados por Cachique (2006).

223

224

225

226

227

Los resultados del presente estudio indican que la citoquinina cumple un papel importante en el desarrollo de las flores pistiladas de sachá inchi. Por ello tanto, existe un gran potencial para utilizar este regulador de crecimiento de la planta para mejorar el rendimiento de frutos, al aumentar el número de flores pistiladas en el cultivo de sachá inchi.

228

229

230

231

#### 232 1.4 Crecimiento de foliar

233

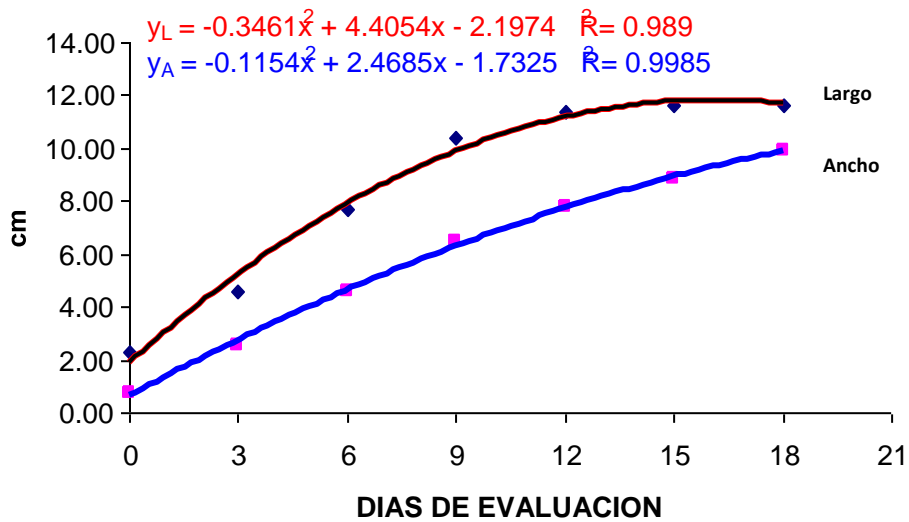
234

235

Teniendo la ecuación polinomial del largo y ancho de la hoja se tiene que para: Largo de la hoja un  $R^2$  de 0.989, eso indica que el 98.9% de los datos se ajustan al modelo propuesto en el Ancho de la hoja un  $R^2$  de 0.9985, eso indica que el

236 99.85 de los datos se ajustan al modelo propuesto.

237



238

239

240

241 **Gráfico 01:** Crecimiento del largo y ancho de la hoja

242

### 243 1.5. Días a la floración

244 El análisis de variancia (**cuadro 07**) indica que no existe diferencias significativas  
245 entre bloques y tratamientos; el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) con 64.77 %,  
246 indica que la aplicación de carbonatita asociada a la inducción floral no es relevante  
247 en cuanto a los días de floración del sachá Inchi, el coeficiente de variabilidad de  
248 9.90% es bastante ajustado, lo cual corrobora la homogeneidad entre las unidades  
249 experimentales

250 **Cuadro 07:** Análisis de varianza para días a la floración

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significancia
Bloques	2	1507.76	753.35	3.12	N.S.
Tratamientos	2	270.70	135.35	0.56	N.S.
Error	4	967.25	241.81		
Total	8				

251 N.S: No significativo

252  $R^2$ : 64.77 % C.V.: 9.90% X:  
 253 157.07

254

255 **1.6. Diámetro de tallo**

256 Los resultados del análisis de varianza (**cuadro 08**), indican que no hubo  
 257 diferencia significativa entre bloques y tratamientos, su coeficiente de  
 258 determinación ( $R^2$ ) con 72.65%, nos indica que la aplicación de la carbonatita  
 259 asociada a la inducción es relevante en cuantos al diámetro de los tallos de la  
 260 planta de Sacha Inchi, con una variabilidad de 8.49%, entre las unidades  
 261 experimentales.

262

263 **Cuadro 08:** Análisis de varianza para diámetro de tallo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significación
Bloques	2	18.16	9.08	4.38	N.S.
Tratamientos	2	3.86	1.93	0.93	N.S.
Error	4	8.29	2.07		
Total	8				

264 N.S : No significativo

265  $R^2$  : 72.65 % C.V. : 8.49% X : 16.96

266 **1.7. Número de frutos/ha/año de producción**

267 **Cuadro 09:** Análisis de varianza para número de frutos/ha/año de producción

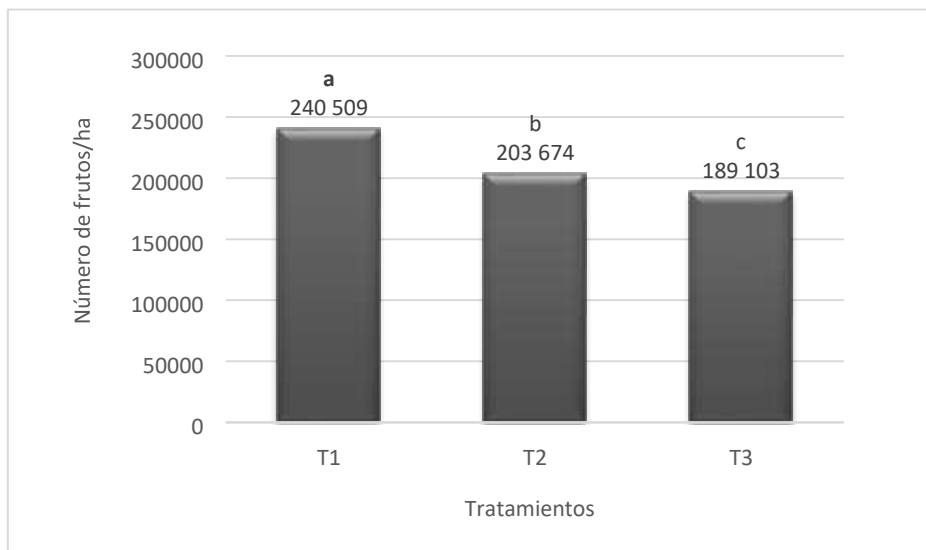
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significación
Bloques	2	1374482.8	687241.4	0.11	N.S.
Tratamientos	2	4211744165.5	2105872082.8	325.77	**
Error	4	25857018.5	6464254.6		
Total	8				

268

269 N.S. : No significativo

\*\* : Altamente significativo

270  $R^2$ : 99.39% CV: 1.20% X: 211095.38 El  
 271 análisis de varianza muestra comportamiento no significativo entre bloques y  
 272 altamente significativo entre tratamientos, su coeficiente de determinación ( $R^2$ ) con  
 273 99.39%, nos indica que la aplicación de la carbonatita asociada a la inducción floral  
 274 es relevante en cuanto al número de frutos, con una variabilidad de 1.20% entre  
 275 las unidades experimentales.



276  
 277 **Grafico 04.** Prueba de significación Duncan para número de frutos/ha/año  
 278 de producción.

279 El **grafico 04** muestra la prueba de significación Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), sobre  
 280 características de número de frutos, se observa que el tratamiento T1 tiene el  
 281 mayor número de frutos, siendo estadísticamente diferente a los demás  
 282 tratamientos. El tratamiento T2 obtuvo 203 674 frutos por hectárea, y finalmente  
 283 el tratamiento T3 con 180 103 frutos, obtuvo el más bajo número de frutos.

284

285 **1.8. Peso de cien semillas**

286 **Cuadro 11:** Análisis de varianza para peso de cien semillas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significación
Bloques	2	2.30	1.15	1.23	N.S.

Tratamientos	2	18.65	9.33	9.94	*
Error	4	3.75	0.94		
Total	8				

287

288

N.S. : No significativo

\* : Significativo

289

R<sup>2</sup> : 84.81 %

C.V. : 0.95 %

X :

290

101.80

291

292

Los resultados del análisis de varianza muestran, no significación para efectos de

293

bloques y diferencias significativas entre tratamientos, su coeficiente de

294

determinación (R<sup>2</sup>) con 84.81%, indica que la carbonatita asociada a la inducción

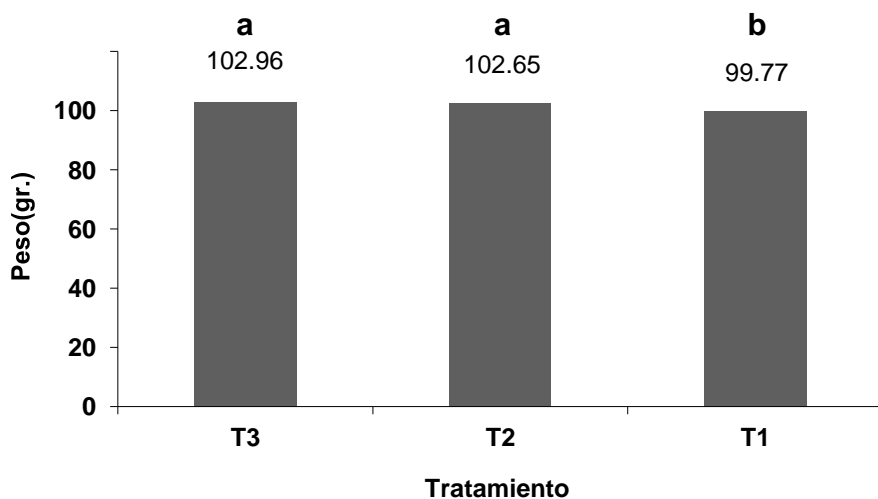
295

floral es relevante en cuanto al peso de cien semillas por tratamiento, con una

296

variabilidad de 0.95% entre las unidades experimentales

297



298

299

300

**Grafico 06.** Prueba de significación Duncan para peso de cien semillas

301

302

En el **grafico 06** se presenta la prueba significación Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), de la

303

característica peso de cien semillas, observándose que:

304 No hay diferencia estadística entre los tratamientos T3 y T2 con 102.96 gr. y 102.68  
305 gr. de las cien semillas evaluadas, comparativamente al T1 que tiene el menor peso  
306 con 99.77 gr. en promedio.

307

### 308 1.9. Rendimiento de semilla/ha/año de producción

309 **Cuadro 12:** Análisis de varianza para rendimiento de semilla en Kg/ha  
310 en un año de producción.

F. de V.	G.L.	SC.	C.M.	F.C.	Significación
Bloques	2	108.75	54.38	2.68	N.S.
Tratamientos	2	165337.42	82668.71	4071.89	**
Error	4	81.21	20.30		
Total	8				

311

312

N.S.: No significativo

\*\* : Altamente significativo

313

R<sup>2</sup>: 99.95 %

CV: 0.56 %

X: 798.42

314

315

Los resultados señalan que existe alta significación estadística entre tratamientos,

316

debido a la aplicación de carbonatita asociada a la inducción floral. Su coeficiente

317

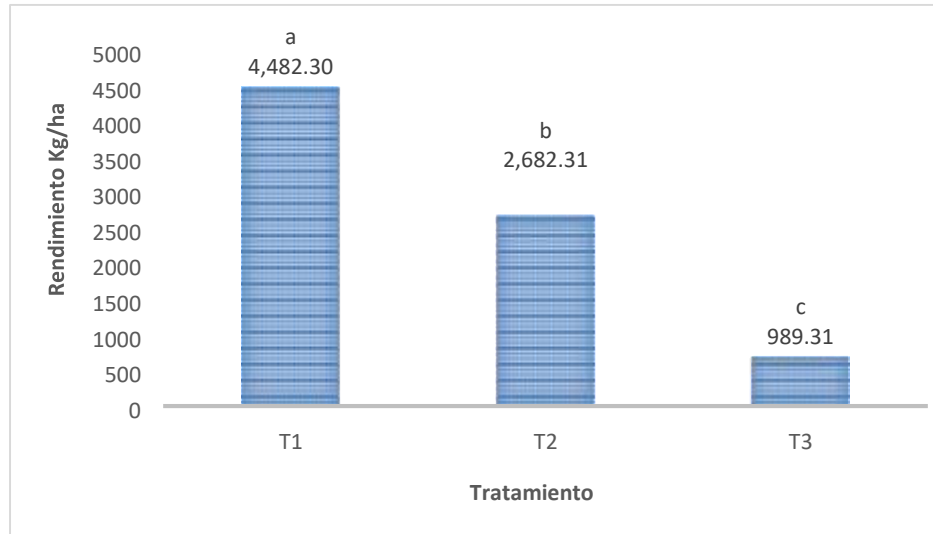
de determinación (R<sup>2</sup>) con 99.95%, nos indica que los tratamientos evaluados son

318

relevantes en cuanto al rendimiento de Sacha Inchi, con una variabilidad de 0.56%

319

entre unidades experimentales.



320

321

**Grafico 07.** Prueba de significación Duncan para rendimiento en kg/ha

322

323

### RECOMENDACIONES

324

325

- Realizar otros ensayos validando el efecto de la Benciladenina (BA), para determinar si la citoquinina puede mejorar el rendimiento de semilla en el sachá inchi.

326

327

328

329

- Evaluar el rendimiento productivo aplicando mayor dosis de carbonatita a escala comercial y evaluar el efecto de micro elementos para incrementar en cuajado en plantas inducidas

330

331

332

### AGRADECIMIENTOS

333

334

Para la realización de este trabajo se contó con el apoyo de los fondos de INNOVATE PERÚ en contra partida con Agroindustrias Amazónicas, la UNSM-T, el IPSI y el IIAP.

335

336

337

338

### BIBLIOGRAFÍA

339

Ando. S. Sato. Y. Kamachi. S. Sakai. S, 2001. Isolation of a MADS-box gene (ERAF17) and correlation of its expression with the induction of formation of female flowers by ethylene in cucumber plants (*Cucumis Sativus L.*).

340

341

342

Cachique, D. 2006. Estudio de la Biología Floral y Reproductiva en el Cultivo De Sachá Inchi *Plukenetia Volubilis L.* Tesis Ing. Agrónomo, Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martín. 70 p.

343

344

345

346 Chailakhyan. M. K. Khryanin. V. N, 1978. Effect of growth regulators and role of roots in  
347 sex expression in Spinach. *Planta* 142,207-210.  
348

349 Davison, J. 1974. Reproduction of *Eucalyptus deglupta* by cuttings. *New Zeland Journal*  
350 *of Forestry Science*, (N.Z.) 4(2): 191-203 p.  
351 Dellaporta. S.L. Calderón-Urrea. A. 1994. The sex determination process in maize *Science*  
352 266. 1501-1505.  
353

354 Dick, J; Dewar, R. 1992. A mechanistic model of carbohydrate dynamics during  
355 adventitious roots development in leafy cuttings. *Annals of Botany* 70:371-377  
356

357 Erstad, L; Gislérod, R. 1994. Water uptake of cuttings and stem pieces as affected by  
358 different anaerobic conditions in the rooting medium. *Scientia Horticulturae*  
359 (Holanda) 58: 151-160.  
360

361 Gaspar, T; Hofinger, M. 1988. Auxin metabolism during adventitious rooting. In: Davis  
362 T.D., Haissig B.E., Sankhla N (eds). *Adventitious Root Formation in Cuttings*.  
363 Portland, EE:UU. BE Dioscorides Press, p. 117-131.  
364

365

366 Haissig, E. 1974. Influences of auxin and auxin synergists on adventitious root  
367 primordium initiation and development. *New Zealand Journal of Forestry Science*  
368 (N.Z) 4(2): p 311-323.  
369

370 Haissig, E. 1986. Metabolic processes in adventitious rooting. In *New Root Formation in*  
371 *Plants and Cuttings* (Ed. Jackson, M.B.) Martinus Nijhoff Pub.,  
372 Dordrecht/Boston/Lancaster. pp 141-189.  
373

374 Haissig, E. Riemenschneider, E. 1987. Genetic effects on adventitious rooting. In: Davis,  
375 T.D., Haissig, B.E., Sankhla, n. (eds). *Adventitious Root Formation in Cuttings*.  
376 B.E. Dioscorides Press, Portland, Oregon. pp. 47-60.  
377

378 Hamdi. S Teller. G. Louis. J.P, 1987. Master regulatory genes,auxin levels and sexual  
379 organogenesis in the dioecious plant *Mercuriales annua* *Plant Physiol*  
380 85,393399.  
381

382 Hartmann, T y Kester, E. 1983. *Propagación de plantas: principios y prácticas*. Editorial  
383 continental S.A. México. 814 p.  
384 Heslop-Harrison. J,1956. Auxin and sexuality in *Cannabis Sativa* *Physiol, Plant*.9.588597.  
385

386

387 Kramer, J. 1983. *Water relations of plants*. New York, Academic Press. p. 344-380.  
388

389 Orozco-Arroyo. G.Vázquez-Santana.S.Camacho.A.Dubrovsky.J.G. Cruz-  
390 García,F.2012.Inception of maleness auxin contribution to flower masculinization  
391 in the dioecious cactus *Opuntia stenopetala* *Planta* 236,225-238.  
392



393 Poggiani, F; Suiter Filho, W. 1976. Importance of intermittent misting and the effect of  
394 hormone treatment on rooting of Eucalyptus cuttings. Forestry Abstracts, (G.B.)  
395 37 (1): 259.  
396

397 Porras, H. 2005. Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) conocido como "maní del monte".  
398 PERUAGRO. Lima, Perú. Año II. Edición V. pp 17 – 19.  
399

400 Qiantang Fu & Zeng-Fu Xu. 2014. Benzyladenine treatment promotes floral feminization  
401 and fruiting in a promising oilseed crop *Plukenetia volubilis*. Industrial Crops and  
402 Products. August 2014, Pages 295–298.  
403

404 Resende. F. Viana.M.J.1959.Gibberellin and sex expression Portugal Acta Boil 6,77-98.  
405  
406

407 Sevilla y Holle, 2004. Recursos Genéticos Vegetales. Primera edición. Edit. Torre Azul  
408 SAC. Lima, Perú. 445 p.  
409

410 Snedecor, W; Cochran, G. 1980. Statical methods, 7ed, Iowa, EE.UU. Iowa State  
411 University Press. s.p.  
412

413 Willson, J. 1994. Contributions of the leaves and axillary shoots to rooting in *Eucalyptus*  
414 *grandis* Hill ex maid stem cuttings. Journal of Horticultural Science (Inglaterra)  
415 69(6): 999-1007.  
416  
417  
418