




**PROYECTO DE MANEJO INTEGRAL DE BOSQUES DE LA CHIQUITANÍA
MIBC**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE CRECIMIENTO EN
ALTURA DE PLANTINES DE ALMENDRA CHIQUITANA
(*Dipteryx alata*) CON DIFERENTES PROCEDENCIAS
DE SEMILLAS**



Elaborado por: Silda García A.
Rudy Guzmán G.
Oscar Llanque E.
Cosme García T..
José Luis de Urioste T.
Jesús Morón M

**Santa Cruz, Bolivia
Junio de 2015**

Resumen

Se realizó un análisis comparativo de crecimiento en altura de plantines de almendra chiquitana (*Dipteryx alata*), con diferentes procedencias de semillas, en dos viveros en la Chiquitania. Las semillas fueron obtenidas de 15 y 17 árboles seleccionados como fuente de germoplasma. Las semillas obtenidas fueron caracterizadas por el tamaño, color, forma, obteniendo medidas y peso y posteriormente sembradas de acuerdo a código procedencia. A dos meses después de la siembra se midió la altura promedio de los plantines, tomando una muestra aleatoria de 10 plantines por procedencia. Con el conjunto de datos obtenidos para cada vivero, se obtuvo el promedio de crecimiento en altura de los plantines de cada procedencia, se hizo un análisis de normalidad con todos los datos de medición y se realizó el análisis de varianza (ANOVA), para determinar si hay diferencias significativas en crecimiento en altura entre procedencias. Posteriormente se aplicó el test Tukey a 0,001 de probabilidad, probando la H1 planteada, es decir que hay diferencias significativas en crecimiento en altura de 4 procedencias en cada uno de los viveros.

Palabras claves: *Dipteryx alata*, procedencias, altura de plantines, análisis de varianza

Contenido

1. Introducción	4
1. Planteamiento de hipótesis	4
2. Materiales y métodos	5
3. Resultados	5
3.1. Plantines de almendra chiquitana en vivero San Ignacio de Velasco	5
3.1.1. Datos de crecimiento en altura (cm)	5
3.1.2. Promedio de crecimiento en altura por procedencia	6
3.1.3. Prueba de Normalidad de datos de 15 procedencias	6
3.1.4. ANOVA (Análisis de varianza)	7
3.2. Plantines de almendra chiquitana en vivero Municipal de Concepción	8
3.2.1. Datos de crecimiento en altura (cm)	8
3.2.2. Promedio de crecimiento en altura por procedencia	8
3.2.3. Prueba de Normalidad de datos de 17 procedencias	9
3.2.4. Análisis ANOVA (Análisis de varianza)	9
4. Conclusiones	11
5. Recomendaciones	11
6. Bibliografía	11

Cuadros

Cuadro 1. Datos de altura (cm) de plantines de almendra chiquitana (15 códigos de procedencia)	5
Cuadro 2. Análisis de Varianza y Test Tukey	7
Cuadro 3. Datos de altura (cm) de plantines de almendra chiquitana (17 códigos de procedencia)	8
Cuadro 4. Análisis de varianza y Test Tukey	10

Figuras

Figura 1. Promedios de crecimiento de altura (cm) y rangos de variación por procedencia	6
Figura 2. Distribución Normal de la altura de plantines de la almendra chiquitana	6
Figura 3. Árboles semilleros de la almendra chiquitana (<i>Dipteryx alata</i>).....	8
Figura 4. Promedios de crecimiento de altura (cm) y rangos de variación por procedencia	9
Figura 5. Distribución Normal de la altura de plantines de la almendra chiquitana	9
Figura 6. Árboles semilleros de la almendra chiquitana (<i>Dipteryx alata</i>).....	10

1. Introducción

El Proyecto de Manejo Integral de Bosques de la Chiquitania (MIBC), ejecutado y financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONABOSQUE) está implementado plantaciones de almendra chiquitana con más de 29 comunidades en los Municipios de Concepción, San Ignacio de Velasco y Lomerío, con el establecimiento de almendra chiquitana bajo diferentes sistemas productivos, para mejorar y aumentar el potencial, sea en plantaciones asociadas a sistemas agroforestales (SAF), sistemas silvopastoriles (SSP) y sistemas de arborización comunal (SAC) (García C. 2015).

La almendra chiquitana en el ámbito geográfico de la ejecución del proyecto es considerada como una especie de múltiples beneficios. Uno de ellos es la generación de ingresos adicionales para los comunarios(as) por la recolección y venta de la semilla o comúnmente llamada almendra chiquitana, que tiene creciente demanda comestible en el mercado cruceño, participando en la recolección y el quebrado de la misma, principalmente mujeres y niños.

Por otro lado, la pulpa del fruto es muy apetecida y consumida por el ganado, además el árbol proporciona sombra al ganado en época seca. Ciertos ganaderos dejan árboles en los campos de pastoreo por la sombra y el valor forrajero de los frutos y de las hojas, que son ricas en Calcio y Fósforo (Herrera et al., 2009). La almendra usada en prácticas agroforestales parece aumentar el nitrógeno y nutrientes tanto del suelo como del forraje que crece bajo estos árboles (Sano, 2004). Se puede utilizar la semilla como alimento, para extracción de aceite medicinal; el endocarpio para artesanías; la pulpa como alimento para el ganado, los residuos del endocarpio como combustible y la madera.

Entre noviembre y diciembre 2014 se sembraron aproximadamente 4000 semillas de almendra chiquitana en el vivero de MINGA, en el Municipio de San Ignacio de Velasco y una cantidad similar en el vivero Municipal de Concepción (bajo responsabilidad de SICIREC), todas ellas con procedencia conocida, recolectados de 15 y 17 árboles semilleros respectivamente, caracterizados por sus atributos fenotípicos. Los árboles seleccionados fueron ubicados y codificados por la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano-FCBC y MINGA, en comunidades de los Municipios de Concepción (El Carmen, San Juan la Bella, Palmarito de la Frontera, Mercedes) y San Ignacio de Velasco (Motacucito, San Miguelito), fundamentalmente por las características de tamaño y aspectos físicos que presentan las semillas de dichos árboles.

1. Planteamiento de hipótesis

Hipótesis Nula (H₀): No existen diferencias significativas de crecimiento en altura de plantines de almendra chiquitana, provenientes de árboles semilleros cuya procedencia es conocida

Hipótesis Alterna (H₁): Existen diferencias estadísticamente significativas en crecimiento en altura de plantines de almendra chiquitana, provenientes de árboles semilleros cuya procedencia es conocida

2. Materiales y métodos

La producción de plantines de almendra chiquitana con procedencia conocida se realizó en vivero de MINGA en el Municipio de San Ignacio de Velasco y en el vivero municipal de Concepción (en coordinación con SICIREC). Semillas de 17 árboles semilleros fueron sembradas en el vivero de San Ignacio de Velasco, sin embargo, semillas de 2 procedencias fueron descartadas por no tener suficientes plantines germinados. De igual manera, semillas de 17 árboles semilleros fueron sembradas en el vivero de Concepción. Las semillas fueron caracterizadas previamente por su tamaño (largo, ancho, grosor y peso), y sembradas en platabandas, separadas en bloques por procedencia, con el fin de darle seguimiento y controles de crecimiento.

A los 58 días después de la siembra se midió la altura de los plantines en los dos viveros. Para ello, se tomó una muestra aleatoria de 10 plantines para cada código de procedencia, midiendo la altura (desde la base de la planta al ápice) usando una regla plástica de 30 cm.

Con el conjunto de datos obtenidos se obtuvo un histograma de promedios de crecimiento de altura (cm) y rangos de variación para cada procedencia, para cada uno de los viveros. Se elaboró un gráfico de la normalidad del conjunto de datos y se realizó el análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas en cuanto a crecimiento en altura de plantines, a 58 días de su siembra. Por otro lado, se aplicó el test de comparación de Tukey ($p > 0,01$), para identificar cuáles de las procedencias reflejan crecimiento significativo en altura, comparando todas las procedencias.

3. Resultados

3.1. Plantines de almendra chiquitana en vivero San Ignacio de Velasco

3.1.1. Datos de crecimiento en altura (cm)

La medición de la altura de plantines para cada procedencia, transcurridos 60 días después de la siembra está detallada en los datos del Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos de altura (cm) de plantines de almendra chiquitana (15 códigos de procedencia)

Nro.	S-VN-1	C-SJB-3	C-M-1	S-SM-1	C-SJB-2	S-SM-2	S-SM-3	C-PL-1	S-M-2	C-MC-1	C-M-4	C-M-3	C-EC-2	C-SRF-1	C-PN-5
1	13,0	13,0	12,5	11,9	11,5	14,0	12,0	13,0	16,0	16,0	17,0	13,0	13,0	10,0	15,0
2	16,0	16,0	14,0	15,5	12	13,0	10,5	12,0	16,0	12,0	12,5	12,2	12,2	12,2	12,2
3	16,0	16,0	16,0	16,9	10,0	16,0	13,0	15,0	15,0	14,0	14,0	13,9	13,9	11,9	11,9
4	15,7	15,7	14,0	13,5	10,5	14,0	12,0	12,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	14,0
5	14,0	14,0	17,0	14,5	12,0	12,5	13,5	14,0	14,0	14,0	14,3	12,5	12,5	14,5	14,5
6	13,5	13,5	13,0	16,5	13,0	14,0	11,0	16,0	13,0	13,0	13,9	13,3	13,3	11,3	13,3
7	16,0	16,0	16,0	16,8	14,5	12,5	12,0	16,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	10,0	10,0
8	14,5	14,5	17,0	17,4	15,0	13,0	12,0	15,0	15,0	14,0	14,0	12,5	12,5	12,5	12,5
9	15,5	15,5	16,0	12,5	10,5	16,0	13,0	13,0	12,0	12,0	16,0	14,5	14,5	14,0	14,5
10	16,0	16,0	14,0	14,6	11,0	15,0	11,0	14,0	14,0	10,0	13,0	13,0	13,0	11,0	11,7

3.1.2. Promedio de crecimiento en altura por procedencia

Se obtuvieron los promedios de crecimiento en altura (cm) de los plantines, para cada una de las procedencias y también rangos de variación entre los plantines, para las 15 procedencias. La Figura 1 muestra el crecimiento en altura (cm) y rangos de variación entre las 10 plantas medidas dentro de cada procedencia.

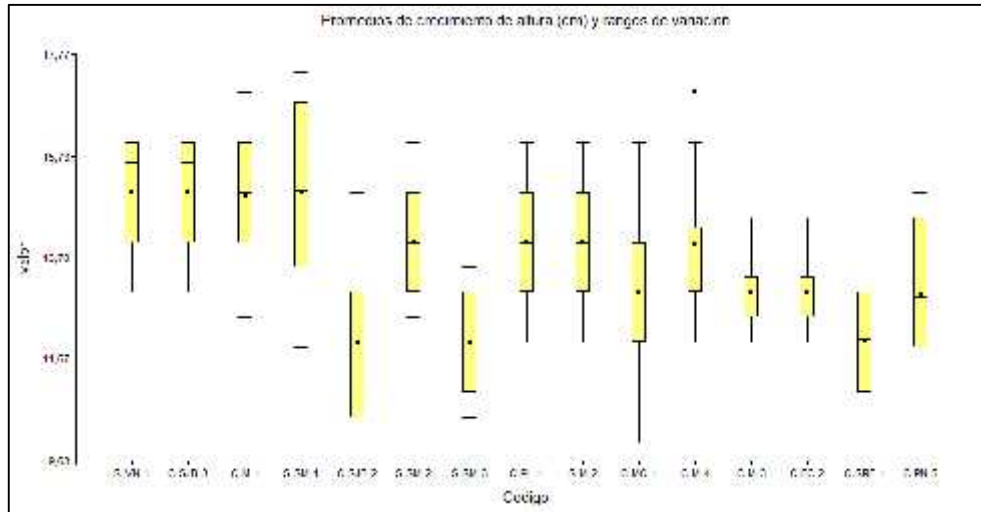


Figura 1. Promedios de crecimiento de altura (cm) y rangos de variación por procedencia

3.1.3. Prueba de Normalidad de datos de 15 procedencias

Posteriormente, se realizó la prueba de Normalidad o grado de dispersión de los datos, reflejando el comportamiento en la Figura 2.

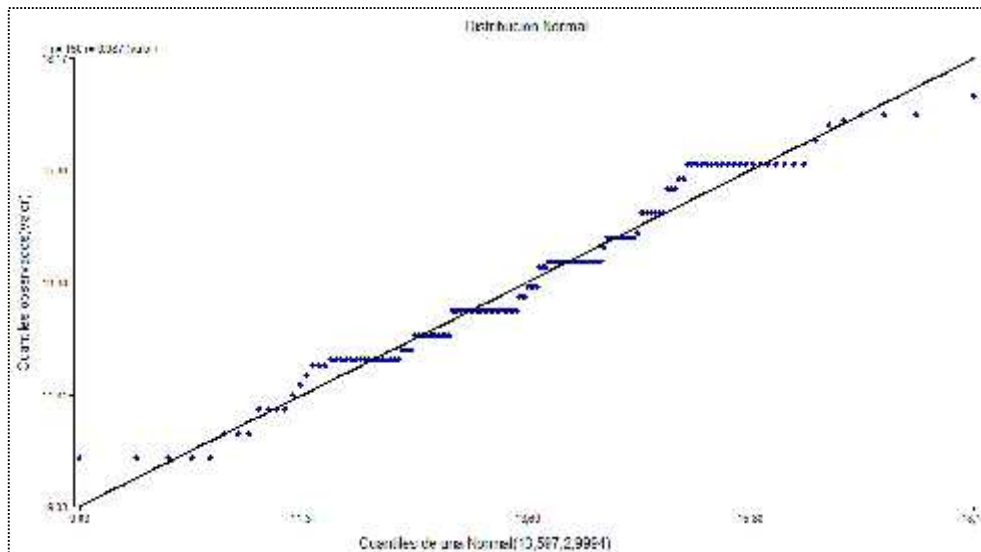


Figura 2. Distribución Normal de la altura de plantines de la almendra chiquitana

3.1. 4. ANOVA (Análisis de varianza)

Se procesaron los datos de altura de los plantines a través de un análisis de Varianza (ANOVA), dando como resultado $F= 6,22$ ($p<0,0001$), indicando diferencias significativas para la variable altura en las 15 procedencias. Posteriormente, se aplicó el método de comparación Tukey (test Tukey), mostrando que cuatro de las procedencias presentan un crecimiento significativamente mayor, con relación a las otras, a saber: S-VN-1; C-M-1; S-SM-1 y C-SJB-3. Por tanto, se rechaza la Hipótesis Nula y se determina que si existen diferencias estadísticamente significativas entre procedencias, en el crecimiento en altura de plantines de almendra chiquitana.

Cuadro 2. Análisis de Varianza y Test Tukey

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
valor	150	0,39	0,33	10,43	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	175,20	14	12,52	6,22	<0,0001
codigo	175,20	14	12,52	6,22	<0,0001
Error	271,63	135	2,01		
Total	446,91	149			
Test: Tukey Alfa=0,01 DMS=2,45276					
Error: 2,0121 gl: 135					
codigo	Medias	n	E.E.		
S-SM-3	12,00	10	0,45	A	
C-SJB-2	12,00	10	0,45	A	
C-SRF-1	12,04	10	0,45	A	
C-PN-5	12,96	10	0,45	A	B
C-M-3	12,99	10	0,45	A	B
C-EC-2	12,99	10	0,45	A	B
C-MC-1	13,00	10	0,45	A	B
C-M-4	13,97	10	0,45	A	B
S-M-2	14,00	10	0,45	A	B
S-SM-2	14,00	10	0,45	A	B
C-PL-1	14,00	10	0,45	A	B
C-M-1	14,96	10	0,45	B	
S-SM-1	15,01	10	0,45	B	
S-VN-1	15,02	10	0,45	B	
C-SJB-3	15,02	10	0,45	B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)					

El test Tukey mostró que también hay diferencias significativas de tres procedencias con menor crecimiento, comparado con las 12 otras procedencias, a saber: S-SM-3; C-SJB-2 y C-SRF-1.

Arboles semilleros de almendra chiquitana cuyos plantines destacaron crecimiento en altura a los 60 días de germinados, con relación a los plantines de otras procedencias (Figura3)





Figura 3. Arboles semilleros de la almendra chiquitana (*Dipteryx alata*)

3.2. Plantines de almendra chiquitana en vivero Municipal de Concepción

3.2.1. Datos de crecimiento en altura (cm)

La medición de la altura de plantines para cada procedencia, transcurridos 60 días después de la siembra, esta detallada en los datos del Cuadro 3.

Cuadro 3. Datos de altura (cm) de plantines de almendra chiquitana (17 códigos de procedencia)

Nro .	S-SM-2	C-MC-1	C-M-4	C-SRF-1	C-SJB-2	S-SM-3	S-VN-1	C-PL-1	C-SJB-3	S-M-2	C-M-1	C-M-3	C-EC-2	S-SM-1	C-PN-5	C-SJB-1	C-SRF-2
1	13,0	11,0	13,6	11,0	10,0	9,0	10,0	10,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0	10,0	10,0	8,0
2	14,0	12,0	12,0	13,0	12,0	10,0	13,0	9,9	9,9	9,9	13,0	12,0	9,9	9,9	12,0	9,9	9,9
3	12,0	15,0	13,5	14,0	9,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	9,0	12,0	12,0	9,0	12,0	12,0
4	12,0	13,9	11,8	13,0	12,0	11,0	11,9	10,9	10,9	10,9	11,9	12,0	10,9	10,9	12,0	10,9	10,9
5	14,0	14,0	13,0	14,0	14,0	13,0	13,6	11,6	8,9	11,6	13,6	14,0	11,6	8,9	14,0	11,6	8,9
6	12,0	12,7	10,9	12,0	12,0	12,0	12,0	14,0	12,0	14,0	12,0	12,0	14,0	12,0	12,0	14,0	12,0
7	15,0	13,0	16,0	16,0	13,0	10,0	10,4	10,4	10,0	10,4	10,4	13,0	10,4	10,0	13,0	10,4	10,0
8	14,5	14,5	15,0	11,9	14,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	14,5	10,5	10,5	14,5	10,5	10,5
9	12,0	13,0	11,8	13,0	12,0	12,0	13,0	13,0	9,0	13,0	13,0	12,0	13,0	9,0	12,0	13,0	9,0
10	11,0	11,0	12,0	12,4	11,0	10,0	13,9	8,9	8,6	8,9	13,9	11,0	8,9	8,6	11,0	8,9	8,6

3.2.2. Promedio de crecimiento en altura por procedencia

Se obtuvieron los promedios de crecimiento en altura (cm) de los plantines, para cada una de las procedencias y también rangos de variación entre los plantines, para las 17 procedencias. La Figura 4 muestra el crecimiento en altura (cm) y rangos de variación entre las 10 plantas medidas dentro de cada procedencia.

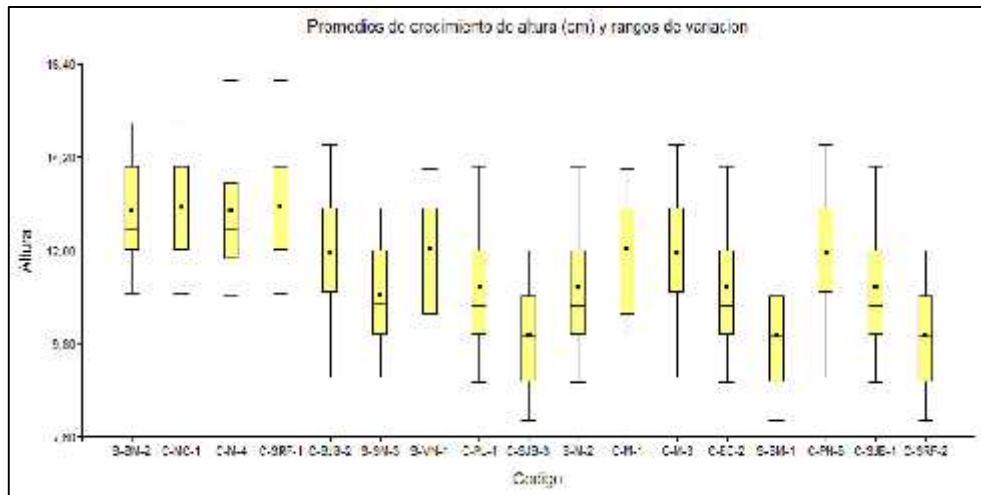


Figura 4. Promedios de crecimiento de altura (cm) y rangos de variación por procedencia

3.2.3. Prueba de Normalidad de datos de 17 procedencias

Posteriormente, se realizó la prueba de Normalidad o grado de dispersión de los datos, reflejando el comportamiento en la Figura 5.

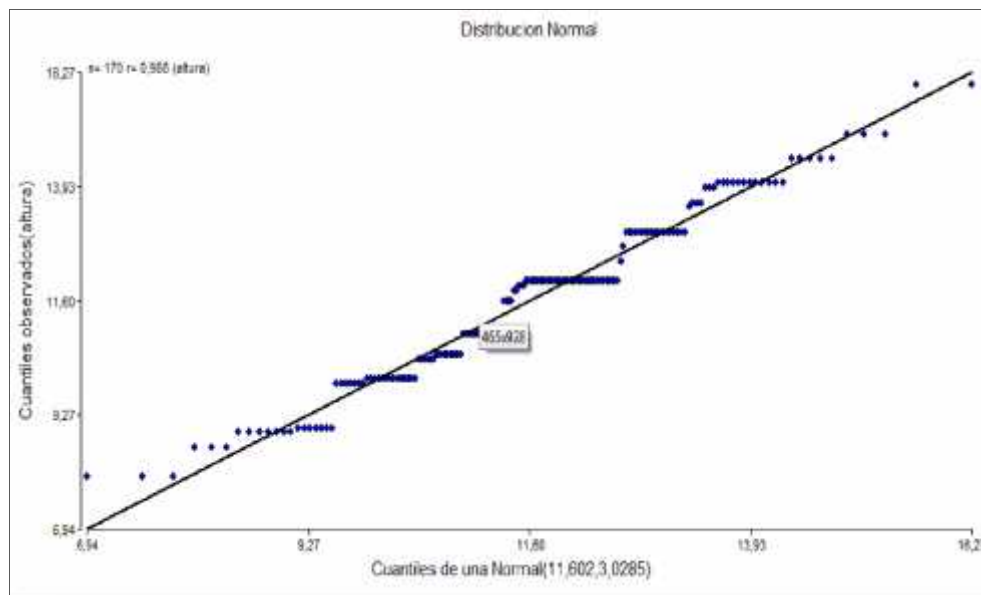


Figura 5. Distribución Normal de la altura de plantines de la almendra chiquitana

3.2.4. Análisis ANOVA (Análisis de varianza)

Se procesaron los datos de altura de los plantines a través de un análisis de Varianza (ANOVA), dando como resultado $F = 5,04$ ($p < 0,0001$), indicando diferencias significativas para la variable altura en las 17 procedencias. Posteriormente, se aplicó el método de comparación Tukey (test Tukey), mostrando que cuatro de las procedencias presentan un crecimiento significativamente mayor, con relación a las otras, a saber: S-SM-2; C-M-4; C-MC-1 y C-SRF-1. Por tanto, se rechaza la Hipótesis Nula y se determina que si existen diferencias estadísticamente significativas entre procedencias, en el crecimiento en altura de plantines de almendra chiquitana.

Cuadro 4. Análisis de varianza y Test Tukey

Análisis de la varianza				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura	170	0,35	0,20	12,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	176,60	16	11,04	5,04	<0,0001
codigo	176,60	16	11,04	5,04	<0,0001
Error	335,21	153	2,19		
Total	511,81	169			

Test: Tukey Alfa=0,01 DMS=2,60035
 Error: 2,1909 gl: 153

codigo	Medias	n	F.F.		
C-SRF-2	9,90	10	0,47	A	
C-SJB-3	9,98	10	0,47	A	
S-SM-1	9,98	10	0,47	A	
S-SM-3	10,95	10	0,47	A	B
C-SJD-1	11,12	10	0,47	A	D
C-PL-1	11,12	10	0,47	A	B
S-M-2	11,12	10	0,47	A	B
C-EC-2	11,12	10	0,47	A	B
C-SJD-2	11,95	10	0,47	A	D
C-PN-5	11,95	10	0,47	A	B
C-M-3	11,95	10	0,47	A	B
S-VN-1	12,03	10	0,47	A	B
C-M-1	12,03	10	0,47	A	D
S-SM-2	12,95	10	0,47	B	
C-M-4	12,96	10	0,47	B	
C-MC-1	13,01	10	0,47	B	
C-SRF-1	13,03	10	0,47	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,01)

El test Tukey mostró que también hay diferencias significativas de tres procedencias con menor crecimiento, comparado con las 14 otras procedencias, a saber: S-SM-1; C-SJB-3 y C-SRF-2.

Arboles semilleros de almendra chiquitana cuyos plantines destacaron crecimiento en altura a los 60 días de germinados, con relación a los plantines de otras procedencias (Figura 6).



Figura 6. Arboles semilleros de la almendra chiquitana (*Dipteryx alata*)

4. Conclusiones

La presente investigación con plantines de semilla procedente de árboles semilleros muestra que a los 58 días de siembra y en condiciones listas para ser plantadas en campo, hay procedencias que se destacan por reflejar mayor crecimiento en altura, que el resto de los plantines de las otras procedencias. Los plantines de procedencias que muestran un crecimiento significativo en el vivero de San Ignacio de Velasco son: S-VN-1; C-M-1; S-SM-1 y C-SJB-3 y en el vivero de Concepción, las procedencias que destacan son: S-SM-2; C-M-4; C-MC-1 y C-SRF-1.

Los plantines con mayor crecimiento en altura en el vivero de San Ignacio corresponden a árboles semilleros de procedencia de las comunidades Villa Nueva y San Miguelito (Municipio San Ignacio) y comunidades San Juan de la Bella y Mercedes (Municipio Concepción). En el caso de los plantines que presentan mayor crecimiento en altura en el vivero de Concepción corresponden a árboles semilleros de procedencia de las comunidades San Miguelito (Municipio San Ignacio) y Mercedes (3 árboles semilleros en esta comunidad, en el Municipio de Concepción).

El análisis estadístico muestra que las procedencias de los plantines que destacaron crecimiento en altura en San Ignacio, son diferentes a las procedencias que se destacaron en Concepción. Factores tales como sustrato, riego, temperatura y luminosidad (sobre los cuales no hubo controles diferenciados) podrían ser factores que pueden haber influenciado este comportamiento.

El análisis comparativo Tukey permitió también identificar procedencias que crecieron menos. En el caso del vivero de San Ignacio, las procedencias S-SM-3; C-SJB-2 y C-SRF-1 fueron las que crecieron significativamente menos que las otras 12 procedencias probadas. En el caso del vivero de Concepción, las procedencias C-SRF-2; C-SJB-3 y S-SM-1 fueron las que crecieron significativamente menos que las otras 14. Es interesante ver que en ambos casos (viveros San Ignacio y Concepción), las semillas proceden de los mismos lugares (San Miguelito, San Juan de la Bella y San Rafaelito-Mercedes), aunque de diferentes árboles.

5. Recomendaciones

Es importante continuar con el seguimiento al desarrollo de los plantines de las procedencias que mostraron mayor crecimiento en altura en campo, para ver su comportamiento en el lugar definitivo de plantación.

6. Bibliografía

García C. 2015. Mejorando la producción de almendra chiquitana (*Dipteryx alata*) con la implementación de distintos sistemas, en comunidades chiquitanas en Bolivia

Sano. 2004. Barú: Biología e uso. Planaltina DF. Embrapa Cerrado Brasil.

Herrera-Flores, J., J. Baldiviezo, R. Flores, V. Tapia, S. Sullca y R. Gutierrez. 2009. Evaluación preliminar de la abundancia y aspectos ecológicos de la almendra chiquitana (*Dipteryx alata*) en tres zonas del bosque seco chiquitano. Informe Técnico. FCBC. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.