Abundancia poblacional, producción y remoción de frutos de la almendra chiquitana (*Dipteryx alata* Vog.) en áreas comunales de Santa Cruz – Bolivia

Population abundance, fruit production and fruit removal of the Baru tree (*Dipteryx alata* Vog.) in community areas of Santa Cruz, Bolivia.

José Carlos Herrera-Flores[1], Rossio Gutierrez[2] y Damián I. Rumiz[1,3]

[1]Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano, Casilla 616 - Correo Central, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Email: jcherrera27@yahoo.com.mx, Autor de correspondencia

[2]Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Facultad de Ciencias Agrícolas, Carrera de Biología

[3]Wildlife Conservation Society, Casilla 6272, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Email: confauna@scbbs.net

Resumen

La abundancia de la almendra chiquitana (*Dipteryx alata* Vog. 1873) fue estimada en siete subregiones de la región chiquitana (Provincias Ñuflo de Chávez, Velasco y Chiquitos), y la producción, la caída y remoción de frutos fueron evaluadas en la época de fructificación en un solo lugar (este del Municipio de Concepción). La población se estimó registrando almendros en parcelas de 10 x 100 m (almendros >5 cm DAP), de 2 x 100 m (1 m – 5 cm de DAP) y de 5 x 5 m (<1 cm DAP). Fue monitoreada la remoción (n=35) y la caída (n=38) de los frutos en árboles que tenían más de 50 frutos. La densidad de almendros > 5 cm de DAP fue mayor en la subregión de Palmarito (23.8 ind/ha) y San Rafael (20.7 ind/ha), que en las otras subregiones, similar tendencia para los almendros con menor grosor a lo anterior. Se registraron almendros > 5 cm DAP con frutos (62%) y sin ellos (38%), con mayor

probabilidad de fructificación a mayor DAP, altura y volumen de copa, y con mayor producción (300 frutos/árbol) a mayor altura (9-11 m). La caída de los frutos decreció con los meses. Los frutos son consumidos comúnmente por el ganado vacuno y por la hormiga defoliadora, pero también por mamíferos silvestres. La vegetación del cerrado y la subregión de Palmarito presentan la mayor abundancia y mejores condiciones para hacer investigación aplicada al manejo sostenible de la almendra.

Palabras clave: *Dipteryx alata*, densidad, estructura poblacional, Cerrado, frugivoría

Abstract

The abundance of the Baru tree or Almendra Chiquitana (*Dipteryx alata* Vog. 1873) was estimated in seven zones of the Chiquitano region (Ñuflo de Chávez, Velasco and Chiquitos provinces), and the production, fall and removal of fruits were assessed during fruiting season in a single site (east of Concepcion Municipality). The population was estimated by recording Baru trees in plots measuring 10 by 100 m (for trees >5cm DBH), 2 by 100 m (trees 1-5 cm DBH) and 5 by 5 m (<1cm DBH). Fruit fall and fruit removal was monitored in trees (n= 35 and n= 38, respectively) bearing more than 50 fruits. Density of trees >5cm DBH was higher in Palmarito (23.8 ind/ha) and San Rafael (20.7 ind/ha) than in the other zones, while smaller trees showed a similar trend. Trees > 5 cm DBH bore fruits (62%) or not (38%), while fruiting probability increased with DBH, height and canopy volume. Fruit production (300 fruits/tree) was maximum at the highest trees (9-11 m). Fruit fall decreased along the three months. Fruits were more frequently consumed by cattle and ants, but also by wild mammals. Cerrado vegetation and the Palmarito zone presented higher abundance and better conditions to conduct applied research and sustainable management of the Baru tree.

Key words: *Dipteryx alata,* density, population structure, Cerrado, frugivory

Introducción

La almendra chiquitana (*Dipterix alata* Vog. 1873) se distribuye al oeste de la región biogeográfica brasileño – paranense (Navarro & Maldonado 2002) o en el bioma del Cerrado (Sano *et al*. 2004), extendiéndose por gran parte de Brasil y Bolivia. En su ámbito de distribución, la almendra desempeña diferentes funciones ecológicas y sociales. Es un árbol importante en la estructura de varias formaciones vegetales del cerrado, sus flores ofrecen néctar a abejas nativas y otros insectos (Oliveira & Sigrist 2008) y los frutos son consumidos por mamíferos, aves y hormigas (Sano *et al*. 2004). Para la gente local, la planta sirve como poste vivo para potreros, la madera para construcción y artesanía, la semilla tostada es un alimento tradicional y la pulpa también se usa como alimento humano y del ganado (Sano *et al*. 2004, Vennetier 2009). Además, según los conocimientos desarrollados en Brasil, de la semilla se obtiene un aceite de uso medicinal e industrial, de la pulpa y la semilla se pueden elaborar bebidas y comidas, y con el aprovechamiento sostenible del 'barú' se puede mejorar la economía de las comunidades y restaurar pasturas degradadas (Sano *et al*. 2004, Nepomuceno 2006, Vieira *et al*. 2006, Candil 2007, Arakaki *et al.* 2009).

En la chiquitania de Santa Cruz ha surgido recientemente el interés de varias organizaciones, empresas privadas y comunidades en comercializar los productos de almendro (IBCE 2007, Vennetier 2009), pero los conocimientos sobre su ecología y abundancia en Bolivia son preliminares (Herrera-Flores *et al*. 2009). Por lo anterior, en este trabajo se planteó responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿cuál es la densidad en las diferentes subregiones de la chiquitania?, ¿cuánto producen los almendros en la época de fructificación? y ¿cuáles son los animales que consumen las almendras?

Área de estudio y características de la especie

La ecoregión del Bosque Seco Chiquitano tiene un clima tropical subhúmedo cálido, con un régimen pluviométrico fuertemente estacional (Vides *et al*. 2005). Considerando las estaciones meteorológicas de Concepción, San Ignacio de Velasco y San José de Chiquitos (http://www.tutiempo.net/clima, años 2001-2010), los promedios anuales de temperatura se encuentran entre 25.1 y 27.7 °C (con mínimas medias de 18º y máximas medias de 31º) y la precipitación entre 846.6 y 1047.7 mm.

Las áreas comunales estudiadas fueron seleccionadas por que sus comunarios participaron o podrían participar en la cosecha y venta de almendra. Estas pertenecen a los municipios de Lomerío y Concepción en la provincia Ñuflo de Chávez, San Ignacio, San Miguel y San Rafael en la provincia Velasco, y San José en la provincia Chiquitos. Fisiográficamente representan el paisaje del escudo precámbrico, que incluye la penillanura laterítica y las serranías chiquitanas, y donde se desarrollan bosques, chaparrales y sabanas (Navarro & Maldonado 2002). Siguiendo el esquema de Navarro & Ferreira (2008), la almendra chiquitana crece principalmente en los chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas sobre suelos bien drenados (cerradão de la chiquitania y el Beni), chaparrales esclerófilos de la chiquitania de transición al chaco sobre arenales (abayoy), y en los bordes del bosque subhúmedo semideciduo de la chiquitania y el Beni, de la sabana higrofítica con montículos del cerrado (Pampas Termiteros, Campos de Murundus), sabana herbácea oligotrófica estacionalmente inundada, y de arbustales y matorrales saxícolas o lajas (Herrera *et al.* 2009).

Las características morfológicas de la especie han sido descritas tanto para Bolivia (Killeen *et al*. 1993, Jardim *et al*. 2003, Wood 2011) como Brasil (Sano *et al*. 2004, Oliveira & Sigrist 2008). El árbol adulto mide generalmente entre 8 y 16 metros de altura, tiene un tronco cilíndrico, madera muy dura, y corteza lisa gris o café claro que se desprende en placas

cóncavas, dispersas. La corteza interna es color naranja o rosada crema y se oxida a marrón cuando está cortada. Las hojas son alternas y compuestas, con 6 a 12 foliolos subsésiles de 4 a 11 cm de largo, elípticos a oblongos, de borde entero, ápice acuminado y base redondeada. El pecíolo y el raquis son alados. Las hojas caen en la estación seca (de agosto a octubre). Las flores son pequeñas, hermafroditas, zigomorfas, dispuestas en panículas terminales y muestran un cáliz con 2 lóbulos grandes, corola con 2 pétalos blancos y 10 estambres de color lila o púrpura. Florece entre octubre y diciembre. El fruto es una drupa orbicular, achatada lateralmente, leñosa e indehiscente, de color café grisáceo, que mide de 3 a 4 cm de largo. Tiene un epicarpio delgado, mesocarpo carnoso y endocarpo duro o nuez con una semilla. Fructifica de diciembre a mayo (época lluviosa) y madura entre junio y noviembre (época seca). La semilla es elipsoidal, de 1 a 2.6 cm de largo, 0.9 a 1.3 cm de ancho y 0.9 a 1.6 gramos de peso, con un promedio de 1.2 gramos.

La especie está considerada como Vulnerable (VU A1cd) a nivel global de acuerdo a los criterios de IUCN por la reducción del cerrado debida al avance agrícola en Brasil (World Conservation Monitoring Centre 1998). Sin embargo, su situación en Bolivia no ha sido considerada y sería necesario realizar una nueva evaluación global (Herrera *et al.* 2009).

Métodos

Muestreo por parcelas

El presente estudio se realizó en la época seca y de fructificación del almendro, entre julio y octubre del 2009, aunque algunos datos de abundancia se colectaron en 2008. Para el muestreo poblacional se ubicaron 273 parcelas de 0.1 ha en las inmediaciones de 27 comunidades chiquitanas, las que fueron agrupadas en siete subregiones: Palmarito, Concepción, Lomerío, San Miguel, Santa Anita, San Rafael y San José (Figura 1). La

producción de frutos se evaluó en 51 parcelas ubicadas en 9 comunidades de Palmarito y Lomerío, en la primera y segunda semana de agosto del 2009. El monitoreo de la remoción y la caída de frutos se realizó solo en la comunidad de Palmarito de la Frontera.

COLOCAR FIGURA 1

Las áreas del cerrado en los alrededores de las comunidades fueron identificadas con el apoyo de un conocedor lugareño e imágenes de satélite, para luego ubicar las parcelas de manera sistemática a intervalos de 500 metros sobre sendas paralelas espaciadas por una distancia similar. El número de parcelas por subregión dependía de la extensión de la vegetación del cerrado, y su disposición era interrumpida luego de entrar al bosque alto o a áreas antrópicas muy modificadas. El conteo de almendros se realizó en una parcela grande o 'A' (10 x 100 m =0.1 ha) que incluía una mediana o 'B' (4 x 100 m =0.04 ha) y dos pequeñas 'C' (5 x 5 m x 2 = 0.005 ha). Para la parcela grande 'A' se registró el nombre del lugar, las coordenadas, la fecha, el tipo de suelo y las especies arbóreas (> 20 cm de DAP), arbustivas y herbáceas dominantes. De todos los almendros en la parcela A (>5 cm DAP) y mediana B (1-5 cm DAP) se registró: el DAP, el volumen de copa (altura, ancho y largo de la copa), fenología (fructificación y floración) y número de frutos de la copa y de las cayeron al suelo. En las parcelas C sólo se registró el número de almendros < 1cm DAP.

La cantidad de frutos existentes en la copa del árbol fue estimada por dos personas de manera independiente, y para el registro, ambos datos fueron promediados. El conteo fue calibrado con la recolección total de frutos de la copa de ocho árboles que habían sido estimados previamente. Estos frutos, veinte de cada árbol (diez de la copa y diez del suelo), fueron además medidos (ancho, largo y grosor) y pesados con balanza de precisión.

Trampas de caída y remoción de frutos

La caída de los frutos del almendro fue registrada en 38 árboles que tenían más de 50 frutos en su copa y la remoción de frutos en 35 de ellos que distaban más de 50 metros uno de otro. Ambos trabajos se realizaron en la comunidad Palmarito de la Frontera entre agosto y octubre del 2009 (Figura 1). Las trampas de caída se elaboraron de bolsa de yute sintético (1.3 m largo x 0.8 m ancho) y su apertura circular fue fijada costurando la tela alrededor del alambre galvanizado (0.8 m de diámetro). Las trampas con la apertura hacia arriba fueron sujetadas con la ayuda de tres varillas de madera aserrada de 1 m de altura que fueron clavadas al suelo con la ayuda de un martillo. El registro consistió en contar y colectar las frutas que cayeron en la trampa, la actividad se repitió entre 5 y 10 días de agosto a octubre.

El monitoreo de la remoción de frutos se realizó en tres tratamientos ubicados debajo de la copa de cada almendro, dejando grupos de 10 frutos sobre parcelas de suelo limpio y aplanado de 1x1 m, espaciadas entre 3 y 5 metros una de otra. Los tratamientos fueron: parcela de huellas con tierra cernida y frutos sin ninguna forma de exclusión (0); parcela de huellas con frutos cubiertos con una canasta plástica que sólo permitía entrar a animales como roedores pequeños o menores (exclusión 1); un lugar limpio con frutos protegidos por una canasta que sólo permitía la entrada de insectos (exclusión 2). El registro consistió en contar los frutos que fueron removidos o consumidos in situ por algún animal en los tres tratamientos. Se identificaron las especies de vertebrados que dejaron huellas en el suelo con la ayuda de guías de campo (Emmons & Feer 2002) y de un comunario conocedor, y de los insectos colectados sobre frutos, que fueron conservados en alcohol al 70% y llevados al Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Además de los tratamientos de exclusión, la remoción de frutos fue analizada en función del grado de intervención humana del sitio, reconociendo: 1) alta presión de ganadería (vacuna, porcina, caballar, avícola) y mayor

presencia de los comunarios de Palmarito de la Frontera; 2) presión intermedia de vacunos y equinos, al norte de la comunidad; 3) baja presión de vacunos y comunarios, al oeste de la comunidad (Figura 1). La remoción de frutos se registró en los mismos días en que se realizó el monitoreo de la caída de frutos.

Análisis estadísticos

Los datos de abundancia de almendros por clase de tamaño y por parcela fueron extrapolados a individuos por hectárea para describir las muestras, aunque para los análisis se trabajó con datos originales. La estimación del tipo de distribución se realizó con el índice de Green (IG), que es un modelo no influenciado por el promedio y tampoco por el tamaño muestral (Cabrera *et al*. 2003). Cuando los valores de este índice son menores que -1 la distribución es regular, cuando el valor es cerca a 0 la distribución es aleatoria y cuando el valor es mayor a +1 la distribución es agregada.

Para la comparación de la abundancia entre subregiones y categorías de tamaño se utilizó el modelo estadístico Kruskal-Wallis (KS). Para estimar la probabilidad de la producción de acuerdo al grosor del almendro se utilizo la regresión logística (con y sin fruto). Las medidas de los frutos de cada árbol fueron analizadas utilizando el chi-cuadrado, y entre los árboles y entre la copa y el suelo utilizando el estadístico Friedman. La remoción de los frutos entre los tratamientos de exclusión y grado de perturbación fue comparada con análisis de varianzas para muestras repetidas y su asociación con las características de los arboles se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (Zar 1996). Estas estimaciones se realizaron con un grado de confiabilidad al 95 %, en el programa estadístico SPSS V. 18.

Resultados

Abundancia

En 273 parcelas se registraron 411 individuos de almendra chiquitana de la clase A (> 5 cm de DAP), 634 de la B (1 - 5 cm de DAP) y 285 de la C (>1 cm de DAP). La densidad fue diferente entre las subregiones de la chiquitania, tanto para los árboles de las parcelas A (KS=39.56, gl=6, P<0.001), como para los de la B, (KS=32.41, gl=6, P<0.001) y los de la C, (KS=28.22, gl=6, P<0.001). La densidad de los almendros A fue mayor en Palmarito, San Rafael y San José que en el resto de las subregiones, y también para las clases B y C fue mayor en Palmarito que en el resto (Tabla 1). La diferencia de densidad entre las subregiones sugiere que el almendro tiene una distribución agregada, lo que se confirma con el Índice de Green en las siete subregiones. Esta agregación es más notoria en la categoría A (1-66) y B (1,9-42), que en la Categoría C (2.8-9.7) (Tabla 1).

COLOCAR Tabla 1

Producción de frutos

De los almendros mayores a 5 cm de DAP registrados en Palmarito (hasta 36 cm DAP), el 62 % tuvieron frutos y el 38 % no. Un análisis de regresión logística binaria (con y sin fruto) muestra que a mayor diámetro hay mayor probabilidad de tener fruto, y a un aumento de cada centímetro de diámetro se incrementa en 9 % la posibilidad de tener fruto. La presencia de frutos fue más frecuente en árboles de entre 5 a 7 metros de altura, entre 10 a 20 cm de DAP y entre 1 y 50 m^3 volumen de copa.

La producción promedio de frutos por árbol (Figura 2) fue mayor cuanto más alto era el almendro, y también cuanto mayor era el DAP y el volumen de copa, pero en los árboles más gruesos (>30 cm DAP) y de copa más grande (> 300 m^3) promedio de frutos por árbol decayó. Los almendros mayores a 9 metros de altura tuvieron más de 300 frutos como promedio; entre 20 y 30 cm de diámetro llegaron a tener más de 150 frutos como promedio; y más de 180 frutos como promedio en almendros que tienen un volumen de copa entre 100 y

300 m^3 (Figura 2). Los reportes de los comunarios indican que no todos los árboles adultos fructifican cada año, que la producción puede variar ampliamente entre años 'buenos' o 'malos', y que de algunos árboles conocidos llegaron a cosechar más de 2000 frutos en un buen año.

COLOCAR FIGURA 2

Tamaño y caída de los frutos

El tamaño (ancho, largo y grosor) y peso de 152 frutos pertenecientes a 9 árboles (Tabla 2) no varió entre frutos de cada árbol ($P>0.05$), pero sí entre árboles ($P<0.05$). Estas medidas y el peso fueron mayores ($P<0.05$) para los frutos de la copa con respecto a aquellos que se recogieron del suelo de los mismos árboles.

La variación en la caída de frutos es explicada en un 65.7% por su relación negativa con el tiempo transcurrido ($F=15.362$, $P=0.004$), es decir, mientras pasa el tiempo entre agosto y octubre disminuye el número de frutos que caen de la copa del árbol. En un principio en las trampas de caída se registró una tasa de 2.68 frutos/árbol/10 días y al finalizar 0.42 frutos/ árbol/10 días. Los datos indican que la maduración de los frutos es gradual: en principio muchos frutos maduran y posteriormente se reduce hasta que no queda al finalizar su temporada de fructificación ($y = -0115x+4627$; $R^2 = 0.704$).

Remoción de frutos

Un total de 33.510 frutos de almendros fueron colocados en las trampas de exclusión, de los cuales 12.708 frutos (37.9 %) fueron removidos o parcialmente consumidos por la fauna silvestre y doméstica durante los tres meses. El porcentaje general de remoción de los frutos disminuyó de 58.7 % hasta 16.2%, y hubo una diferencia significativa en la remoción entre el primer y el último registro para las áreas con perturbación alta, media y baja, y para los tratamientos con exclusión 0, 1 y 2. A nivel general la disminución de la remoción de los

frutos en el tiempo fue significativa (F=139.2, P<0.001), y mostró una interacción significativa entre el tiempo y la perturbación (F=9.81, P<0.001) y entre el tiempo y el tratamiento (F=2.08, P=0.037), pero no entre el tiempo, perturbación y el tratamiento (F=0.32, P=0.995) (Figura 3).

Las especies domésticas, los insectos y los mamíferos silvestres fueron las más frecuentes durante los registros, mientras las aves y los reptiles se registraron en menor proporción. En un análisis de los más frecuentes existe mayor remoción de frutos por parte de las especies domésticas que los mamíferos silvestres e insectos, pero la proporción de remoción fue similar entre los períodos de evaluación. En los tratamientos se registró a los animales que ingieren todo el fruto para aprovechar la pulpa y defecar el endocarpio con la semilla, como es el caso del ganado vacuno (*Bos taurus*). También hubo animales mayores que remueven y consumen la pulpa, pero desechan el endocarpio duro en la cercanía, como el caballo (*Equus caballus*), chancho doméstico (*Sus scrofa*) y el burro (*Equus asinus*). Entre las especies menores que remueven el fruto y consumen la pulpa o lo ocultan para consumirlo luego encontramos al jochi (*Dasyprocta variegata*). También se registraron insectos que no remueven el fruto pero consumen la pulpa in situ, como las termitas (Isoptera), las hormigas (cepe, *Atta* spp.; tucadeira, *Paraponera clavata*), las tucuras (*Tropidacris collaris*) y los coleópteros. Durante el monitoreo también se registraron huellas de especies que se acercaron a las frutas de almendro pero que no podemos confirmar que las consumieran, como es el caso de: jausi (*Ameiva* spp.), peni (*Tupinambis* spp.), chaicita (*Columbina* spp.), socori (*Cariama cristata*), urina (*Mazama gouazoubira*), gato (no/ind, felidae), tapití (*Sylvilagus brasiliensis*), oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), zorro (*Cerdocyon thous*), zorrino (*Procyon cancrivous*), rata espinuda (*Proechimys* spp.), peji (*Euphractus sexinctus*), tatú (*Dasypus novemcinctus*), y gallina (*Gallus gallus*). La remoción se correlacionó significativamente con

la frecuencia de visitas de todas las especies (r=0.718, P=0.0001) y con la de las especies domésticas (r=0.803, P=0.0001), a la vez que mostró una tendencia positiva con el número de frutos de la copa (r=0.235, P=0.175). No se encontró correlación de la remoción de frutos con el DAP, volumen de la copa, altura de almendro y número de especies arbóreas del sitio.

Discusión

Variación en la abundancia

La abundancia media de almendros mostró una variación significativa pero no muy grande, de 3 a 24 ind/ha >5cm DAP, entre las regiones de este estudio (Tabla 1). Estos valores se mantuvieron dentro del amplio rango de los estimados en base a clases de tamaño y de parcelas no uniformes en Brasil, y donde las densidades máximas se registraron en sitios del cerrado *sensu stricto* (143 ind/ha >9 cm), de bosque semideciduo (88 ind/ha >5 cm), y de cerradão (50 ind/ha >10 cm) (Tabla 3). Los factores topográficos, edáficos, y antrópicos parecen determinantes de la distribución y abundancia de la almendra en el bioma del cerrado brasileño (Pinto *et al*. 2005, Bassini 2008), pero los efectos específicos de cada factor son difíciles de identificar. La distribución de la especie es irregular, con mayor concentración sobre suelos bien drenados, mesotróficos y calcáreos (bosque semideciduo, cerradão), pero también abunda en suelos estacionalmente inundados, pobres, ácidos y con aluminio como los campos de murumdums (Sano *et al*. 2004). Es notoria la influencia del ganado en la eliminación de la regeneración de almendra en áreas de pastoreo, aunque la abundancia de árboles maduros sea mayor allí que en el bosque o cerrado natural cercano sin ganado (Bassini 2008). En la chiquitania de Santa Cruz la densidad resultó bastante uniforme para individuos > 5 cm DAP en sabanas herbáceas del cerrado, en el cerradão y el cerrado chaqueño o abayoy (17-19 ind/ha), y algo menor en bosque semideciduo (7 ind/ha) (Tabla 3). Sin embargo, la relación de la abundancia de árboles (adultos y regeneración) con el tipo de

suelo, unidad de vegetación, ocurrencia del fuego y efecto del ganado aún necesita ser examinada (Herrera *et al*. 2009, Wood 2011).

COLOCAR Tabla 3

Producción de frutos

En el cerrado boliviano se encontraron almendros con y sin fruto durante la época de fructificación, de manera similar a lo reportado en Brasil (Sano *et al*. 2004). El número máximo de frutos registrado por árbol fue de 550, aunque los comunarios de Palmarito de la Frontera reportaron 2000 frutos en el árbol del patio de una casa, y los estudios en Brasil reportaron árboles con 5000 o 8500 frutos en potreros, consistentemente más productivos que los árboles del bosque (Sano *et al*. 2004, Nepomuceno 2006, Bassini 2008). La mayor producción de los árboles aislados puede deberse a una mejor polinización, pero también a la menor competencia por la luz, agua y nutrientes (Sano *et al*. 2004), lo que a la vez favorecería que crezcan árboles más grandes. En el estudio de la chiquitania, la altura del árbol, el DAP y volumen de copa influyeron directamente en el número de frutos registrados, aunque factores externos también afectan la producción de frutos. Una comparación de la fructificación durante diez años en árboles productivos marcados en Brasil (Sano y Simon 2008) demostró que algunos árboles podían no tener frutos en algún año, o producir más de 3000 en otros, y que en general coincidían en su producción dando lugar a años de cosecha alta (1994: 2100 frutos/árbol, 1998: 1074 frutos/árbol) o baja (1999: 110 frutos/árbol). La producción de almendra en la chiquitania también varía ampliamente entre años de acuerdo a los reportes de los comunarios, quienes indicaron que el año del presente estudio fue uno de baja producción. Los fenómenos climáticos como la sequía pueden perjudicar la floración, polinización y el crecimiento de los frutos (Sano y Simon 2008), al igual que la ocurrencia del fuego en

intensidades altas o períodos críticos (Carvalho, 1994: citado por Sano *et al*. 2004), pero sus efectos específicos necesitan de mayor estudio y experimentación.

Características del fruto

La variación de las dimensiones y el peso del fruto de la comunidad de Palmarito de la Frontera concuerda con la reportada en Brasil (Sano et al. 1999, Correa *et al*. 2000, Veloso *et al*. 2008), con la excepción tal vez de que los frutos en Bolivia son más cortos (~48 mm) que en Brasil (~53 mm), pero más pesados (~31gr) que los reportados en Goiás y Minas Gerais (~26 gr, Sano *et al*. 1999). La variación en dimensiones (CV~5%) y en peso (CV~10%) de los frutos medidos en Bolivia y en Brasil puede deberse a diversos factores, además de diferencias genotípicas que aquí no podemos evaluar. Por un lado parece estar explicada por el tipo de suelo, ya que Volpe y otros (2008) encontraron que en suelos arenosos los frutos tienen menor el peso y el grosor que en suelos con textura media y arcillosa. También puede depender del año de muestreo y la producción del árbol, ya que existen años en que los árboles dan pocos frutos pero grandes o muchos frutos pero pequeños (Sano y Simón 2008). Adicionalmente, la pérdida parcial de la pulpa por consumo de la fauna silvestre, y la desecación del fruto caído son causas concretas de la disminución del tamaño como evidenciado por los datos de Palmarito

Remoción de frutos

En el cerrado existen diferentes especies de fauna silvestre que interactúan con el almendro, consumiendo varias de sus partes, polinizando sus floresy dispersando sus semillas (Sano *et al*. 2004, Oliviera y Sigrist 2008). Varios frugívoros consumen el fruto del almendro de acuerdo a lo registrado en este estudio, y otros adicionales también podrían hacerlo en esta

región según datos de la literatura. Por ejemplo: algunos ingieren el fruto caído y dispersan la nuez con la semilla viable a mucha distancia como el tapir (*Tapirus terrestris*), otros mastican la pulpa y desechan la nuez en las cercanías, como los pecaríes y venados (*Tayassu* spp. y *Mazama* spp.), también están los murciélagos frugívoros que cosechan el fruto del árbol, consumen la pulpa en una percha alejada y desechan la nuez; y las ardillas (Sciuridae) y jochis (*Dasyprocta* spp.) que consumen la pulpa y la semilla (Emmons & Feer 2002; Eisenberg & Redford 1999). También están los loros (Psittacidae) y monos (Cebidae) que consumen los frutos inmaduros o la pulpa madura de la planta (Van Holt 2001; Sano *et al*. 2004) y las hormigas defoliadoras (*Atta* spp.) que consumen la pulpa sin mover el fruto, ya sea en el árbol o en el suelo (Sano *et al*. 2004, Macedo *et al*. 2000).

La disminución de la fauna silvestre o el aumento de la fauna introducida puede afectar la población y distribución del almendro a largo plazo. En Brasil, la regeneración es mayor en áreas sin ganado que con ganado (Bassini 2008), ya que a pesar de la mayor dispersión de semillas por las vacas, el pastoreo parece acabar con las plántulas. En Palmarito se observó una tendencia de mayor remoción de frutos por el ganado vacuno y menor remoción por la fauna silvestre en arboles cercanos a las viviendas de la comunidad, ocurriendo lo contrario con los almendros ubicados a más distancias de las viviendas. Lo descrito ha estado ocurriendo con otras especies de plantas en centro América (Janzen & Martin 1982, Johnson 2009). Además, existen evidencias que en lugares con y sin caza existen variación de remoción de frutos (Vargas 2008), o entre lugares con mayor y menor perturbación (Herrera-Flores & Gutiérrez 2011). A la vez, la disminución de los frugívoros puede resultar en un aumento de aquellos insectos que viven de los frutos (Herrera 1989).

En conclusión, el manejo de la especie o su conservación necesita ser planteado en base a su función ecológica (interacción planta - animal), distribución agregada, variación del

tamaño del fruto entre árboles y años, y variación de su producción entre las estaciones y población. El uso tendrá que delinearse con políticas de conservación en la chiquitanía por parte de las instituciones pertinentes.

Agradecimientos

El presente estudio no hubiera sido posible sin la participación de los comunarios locales, principalmente de Palmarito de la Frontera, Santa Isabel y de la TCO Turubó Este y en acuerdo con las organizaciones sociales respectivas. Este estudio se realizó en el marco del Proyecto Regional "Conservación y desarrollo forestal de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano (Bolivia y Paraguay)", financiado por la Unión Europea y ejecutado por la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano con el apoyo institucional de Wildlife Conservation Society y el Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Agradecemos a los revisores anónimos por los comentarios y sugerencias que mejoraron el manuscrito.

Referencias

Alroy, J. 2001. A Multispecies Overkill Simulation of the End-Pleistocene Megafaunal Mass Extinction. Science, 292 (8 June): 1893-1896.

Arakaki, A. H., G. N. Scheidt, A. C. Portella, E. J. de Arruda & R. B. da Costa. 2009. O barú (*Dipteryx alata* Vog.) como alternativa de sustentabilidade em área de fragmento florestal do Cerrado, no Mato Grosso do Sul. Interações, Campo Grande 10(1): 31-39.

Bassini, F. 2008. Caracterização de populações de barueiros (*Dipteryx alata* Vog. –Fabaceae) em ambientes naturais e explorados. Tese da Doutor em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás. Brasil. 142 p.

Bauer, M., S. Penso, J. Abreu, C. Gondim, J. Chichorro & L. Vasconcelos. 2008. Composição botânica da dieta de bovinos em pastagem natural do cerrado mato-grossense. Ciência Animal Brasileira, 9 (2): 346-356.

Botezelli, L., A. Davide & M. Malavasi. 2000. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). CERNE 6(1): 9-18.

Brito, E., S. Martins, A. Oliveira-Filho, E. Silva & A. Silva. 2008. Estrutura fitossociológica de um fragmento natural de floresta inundável em área de Campo Sujo, Lagoa da Confusão, Tocantins. Acta Amazonica vol. 38(3): 379 – 386.

Brito, E. 2005. Florística e estrutura de fragmentos naturais de florestas inundáveis – ipucas – e identificação de áreas degradadas da fazenda lago verde, lagoa da confusão-to. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa. 93 p.

Cabrera, C., M. Surís M. & W. Guerra. 2003. Aplicación de diferentes índices de agregación en el análisis del patrón espacial de Thrips palmi Karny (Thysanoptera: Thripidae) en papa. Rev. Protección Vegetal: 18(3): 200-210.

Candil, R. & E. Arruda. 2007. O Cumbaru (*Dipteryx alata*, Vog.) o desenvolvimento local e a sustentabilidade biológica no assentamento Andalucia, Nioaque/MS. Rev. Inter. De Des. Loc. Vol (8): 75-80.

Carvalho, P. 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendacoes silviculturais, potencialidades e uso de Madeira. Citado en Sano, S. & C. da Fonseca, 2003. Taxa de sobrevivencia e frutificacao de espécies nativas do cerrado. Planaltina, Embrapa Cerrados, Brasil. 20 p.

Corrêa, G., R. Naves, M. Rocha & L. Zica. 2000. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.) em três populações nos cerrados do estado de Goiás. Pesquisa Agropecuária Tropical, 30(2): 5-11.

Corrêa, G., R. Naves, M. Rocha, L. Chaves & J. Borges. 2000. Determinações físicas em rutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (Anacardium othonianum Rizz.) E Pequi (Caryocar brasiliense Camb.), Visando Melhoramento Genético. Bioscci.J. 24(4):42-47.

Eisenberg, J. & K. Redford. 1999. Mammals of the Neotropical, the central neotropics Volumen 3: Ecuador, Peru, Bolivia y Brazil. The University of Chicago Press. 609 p.

Emmons, L. H. & F. Feer. 2002. Mamíferos de los Bosques húmedos de América Neotropical. Editorial FAN. Santa Cruz-Bolivia. 307 p.

Filho, C., M. Nicodemo, A. Laura, S. Favero & C. Zago. 2008. Uso de produtos naturais para proteção de mudas na arborização de pastagens. Rev. Bras. Saúde Prod. An., 9(1): 170-178.

IBCE. 2007. Biocomercio sostenible: promoviendo productos nativos de Bolivia. Instituto Boliviano de Comercio Exterior, 16(155): 20p.

Navarro, G. & W. Ferreira. 2008. Mapas de vegetación, potencial forestal ecológico y protección de la vegetación del departamento de Santa Cruz. Proyecto Plan Departamental de Ordenamiento Territorial. 212 p.

Guimaraes, P. R. Jr, M. Galetti & P. Jordano. 2008. Seed Dispersal Anachronisms: Rethinking the Fruits Extinct Megafauna Ate. PLoS ONE (3): 745(1): 1-12.

Herrera, C. M. 1989. Vertebrate frugivores and their interaction with invertebrate fruit predators: supporting evidence from a Costa Rican dry forest. OIKOS 54: 185-188.

Herrera-Flores, J.C., J. P. Baldiviezo, R. Flores, V. Tapia, S. Sullca & 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. 34 p.

Janzen, D. & P. Martin. 1982. Neotropical Anachronisms: The Fruits the Gomphotheres Ate. Science, 215 (1): 19-27.

Jardim, A., T. Killeen & A. Fuentes. 2003. Guía de los árboles y arbustos del bosque seco chiquitano, Bolivia. Editorial Tokio, Santa Cruz – Bolivia. 324p.

Johnson, C. N. 2002. Determinants of loss of mammal species during the Late Quaternary 'megafauna' extinctions: life history and ecology, but not body size. Proc. R. Soc. London. 269: 2221–2227.

Johnson, C. N. 2009. Ecological consequences of Late Quaternary extinctions of megafauna. Proc. R. Soc. 276: 2509-2519.

Killeen, T.J., E.E. García & S.G. Beck. 1993. Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden. La Paz, Bolivia. 958 p.

Macedo, M., A. Ferreira & C. Da Silva. 2000. Estudos da dispersão de cinco espécies- chave em um capão no Pantanal de Poconé, Mato Grosso. III Simpósio sobre recursos anturais e sócio-económicos do Pantanal os desafíos do novo milenio. De 27 a 30 de novembro, Corumbá-MS. Brasil.

Martinez-Orea, Y., S. Castillo & P. Guadarrama. 2009. La dispersión de frutos y semillas. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciencias 96:38-41.

Mendes, R. 2005. Manejo e uso da vegetação nativa por agricultores tradicionais da comunidade santana, região da morraria, cáceres - mt. Tese Mestrado em Agricultura Tropical. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso. Brasil. 103 p.

Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos. (Cuarta edición). Editorial: Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de difusión. Cochabamba, Bolivia. 718 p.

Nepomuceno, D. 2006. O extrativismo de baru (*Dipteryx alata*, Vog) em Pirenópolis (go) e sua sustentabilidade. Tesis de Maestria. Universidad Católica de Goias. 117 p.

Oliveira, M. & M. Sigrist. 2008. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae-Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. Revista Brasil. Bot., 31: 195-207.

Pinto, J. R., A. T. Oliveira-Filho & J. D. Hay. 2005. Influence of soil and topography on the composition of a tree community in a central Brazilian valley forest. Edinburgh Journal of Botany 62 (1y2): 69–90.

Pott, A. & V. J. Pott. 2000. Plantas Nativas Potenciais para Sistemas Agroflorestais em Mato Grosso do Sul. Embrapa. Brasil. 9 p.

Ragusa-Netto, J. & R. Silva. 2007. Canopy phenology of a dry forest in western Brazil. Braz. J. Biol., 67(3): 569-575.

Salis, S. & S. Crispim. 2006. Densidades de Árvores Listadas como Ameaçadas de Extinção na Bacia do Alto Paraguai. Comunicado técnico 54. Embrapa. Brasil. 6 p.

Sano, S., L. J. Vivaldi & C. R. Spehar. 1999. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). Pesq.agropec. bras., 34(4): 513-518.

Sano, S., J. Ribeiro & M. Brito. 2004. Baru: Biología e uso. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Brasil. Documentos 116: 51 p.

Sano, S. L. & M. F. Simon. 2008. Productividade de baru (*Dipteryx alata*, Vog.) em ambientes modificados, durante 10 anos. IX Simposio Nacional Cerrado, Brasilia, 7 p.

Soares, T. N, L. J. Chavez, M. P de Campos, J. A. Diniz-Filho & L. V. Resende 2008. Distribucao espacial da variabilidade genética intrapopulacional de *Dipteryx alata*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 43 (9): 1151-1158.

Van Holt, T. 2001. The influences of the *Scheelea phalerata* palm and landscape patterns on the terrestrial mammalian and avian communities of forest islands in the brazilian pantanal. Tesis para el grado de Maestro. University of Florida. 142 p.

Vargas, J. 2008. Defaunación de dasipróctidos y sus consecuencias sobre la distribución y abundancia de palmas en el bosque amazónico. Tesis de grado en Magíster en Ciencias Biológicas. Universidad de Chile. 34 p.

Veloso, V., R. Vera, R. Veloso, M. Soares, E. De Souza, M. Caliari, E. Fernandes, F. da Fonseca, J. Do Nascimento. 2008. Características físicas de frutos de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no cerrado do estado de Goiás, Brasil. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 12-17 de Octubre, Vitória.

Vennetier, C. 2009. Estudio socio-económico de la cadena de aprovechamiento de la almendra chiquitana (*Dipteryx alata*), su percepción por los diferentes actores y sus posibilidades de desarrollo. Documento Técnico. FCBC. Santa Cruz Bolivia. 125 p.

Vides, R., S. Reichle & F. Padilla (ed). 2005. Planificación ecoregional complementaria del bosque seco chiquitano. FCBC y TNC. Santa Cruz- Bolivia. 363 p.

Vieira, R., T. Costa, D. da Silva, F. Ferreira & S. Sano (Ed.). 2006. Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Brasília, DF. Brasil. 320 p.

Volpe, E., A C. Araujo, A. L. Bambil & V. C. Palmeira. 2008. Morfometria de frutos e sementes de árvoreas de baru situadas em tres clases texturais de solo, em Campo Grande, MS. IX Simpósio Nacional Cerrado, 12-17 de octubre, Brasília.

Wood, J. (Ed). 2011. Guía Darwin de las plantas de los cerrados de la chiquitania. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Santa Cruz-Bolivia. 212 p.

World Conservation Monitoring Centre 1998. *Dipteryx alata*. En: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Acceso 29 Mayo 2011.

Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE). 2005. Projeto de gestão ambiental integrada -bico do papagaio. Governo do Estado Do Tocantins. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. 126 p.

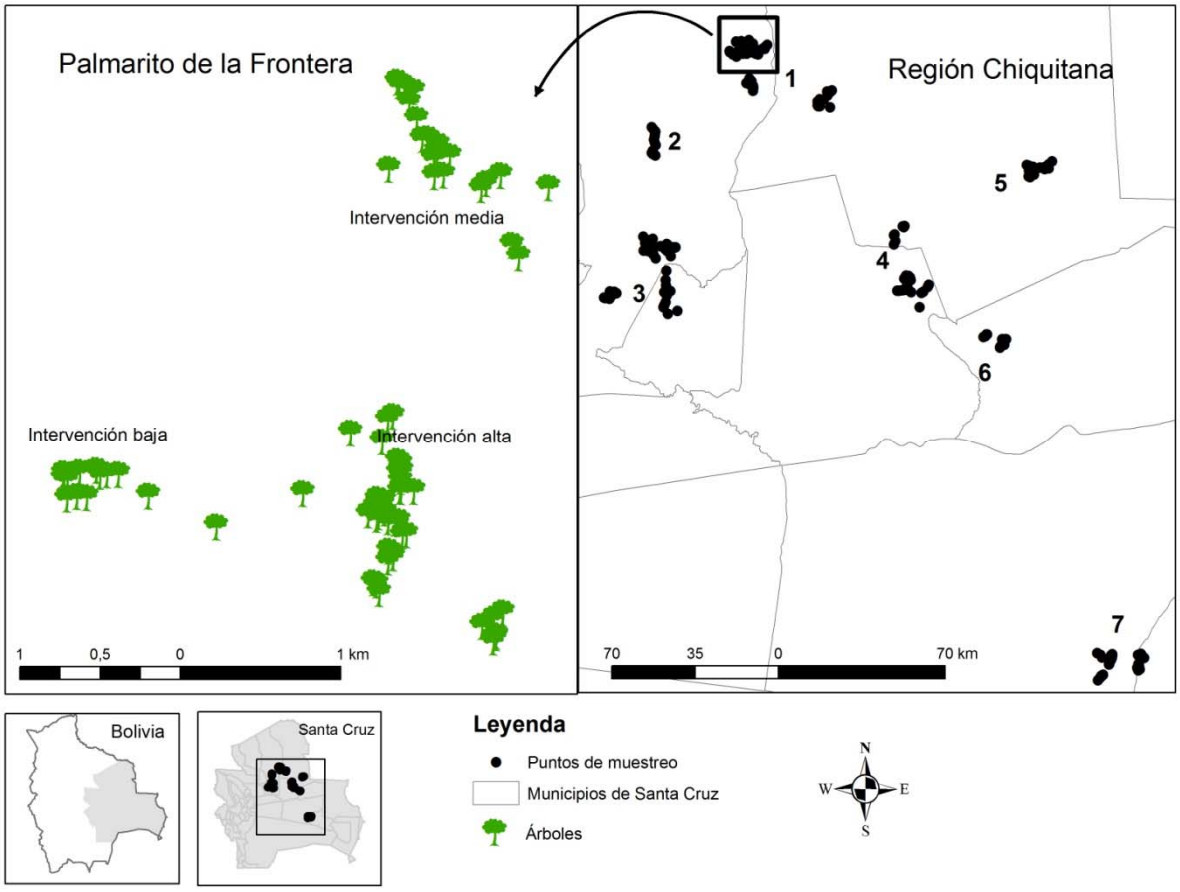


Figura 1. Ubicación, siete subregiones de muestreo en la región chiquitana y monitoreo de caída y remoción en los arboles del almendro en Palmarito de la Frontera

Tabla 1. Densidad poblacional del almendro en siete subregiones de la chiquitania ($\bar{X}$ = promedio (ind/ha), S^2 = varianza, IG = Índice de Green; *= en categoría B y C, n = 77; **=en categoría B y C, n=35).

Sub Regiones (n parcelas)	**Grandes "A" (>5 cm DAP)**			**Medianas "B" (1-5 cm DAP)**			**Pequeñas "C" (<1 cm DAP)**		
	$\bar{X}$	**S^2**	**IG**	$\bar{X}$	**S^2**	**IG**	$\bar{X}$	**S^2**	**IG**
1 Palmarito (104)*	23.8	1171.2	2.12	150.3	74251.5	3.30	514.3	743609.0	2.82
2 Concepción (13)	6.9	156.4	3.65	34.6	2243.6	1.90	169.2	85641.0	3.00
3 Lomerío (59)**	8.8	1510.5	21.81	19.3	1510.5	4.23	102.9	50285.7	4.79
4 San Miguel (29)	3.4	563.4	66.33	12.1	563.4	4.13	82.8	32906.4	4.85
5 Santa Anita (16)	5.6	39.1	1.29	1.6	39.1	42.67	25.0	4666.7	7.74
6 San Rafael (15)	20.7	435.2	1.02	90	19000.0	2.36	280.0	758857.1	9.71
7 San José (37)	17.3	10811	38.29	59.5	10810.8	3.09	81.1	52132.1	8.02

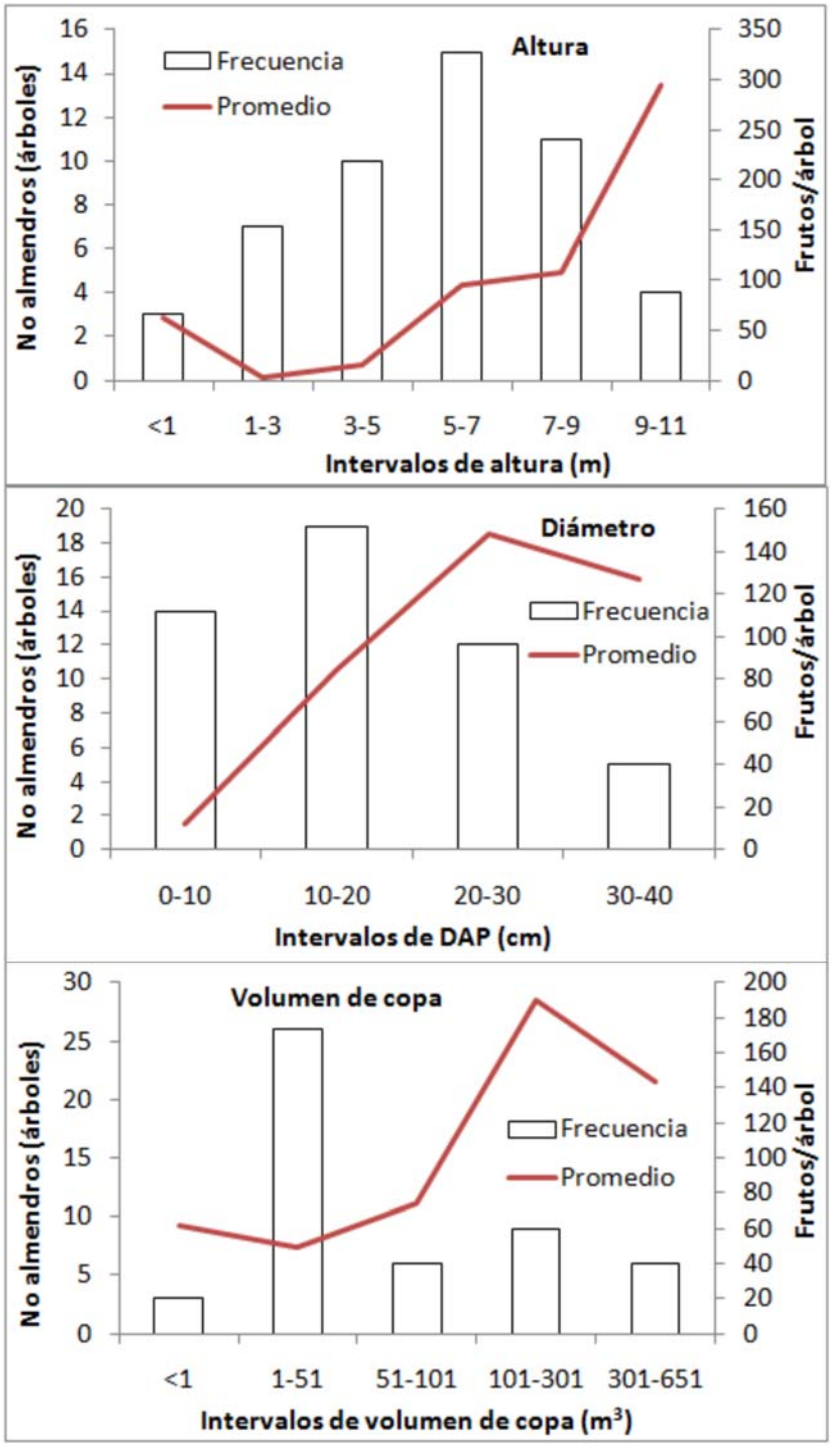


Figura 2. Frecuencia de almendros y promedio de frutos por árbol de acuerdo a la altura, diámetro del tronco y volumen de copa.

Tabla 2. Media y desviación típica (DT) de las dimensiones y peso de 152 frutos de Palmarito de la Frontera.

	Copa		Suelo	
Características	**Media**	**DT**	**Media**	**DT**
Ancho (mm)	40.52	4.577	36.67	5.028
Largo (mm)	48.47	5.524	44.73	5.493
Grosor (mm)	29.57	4.539	23.04	3.733
Peso (gr)	31.91	10.378	18.19	7.482

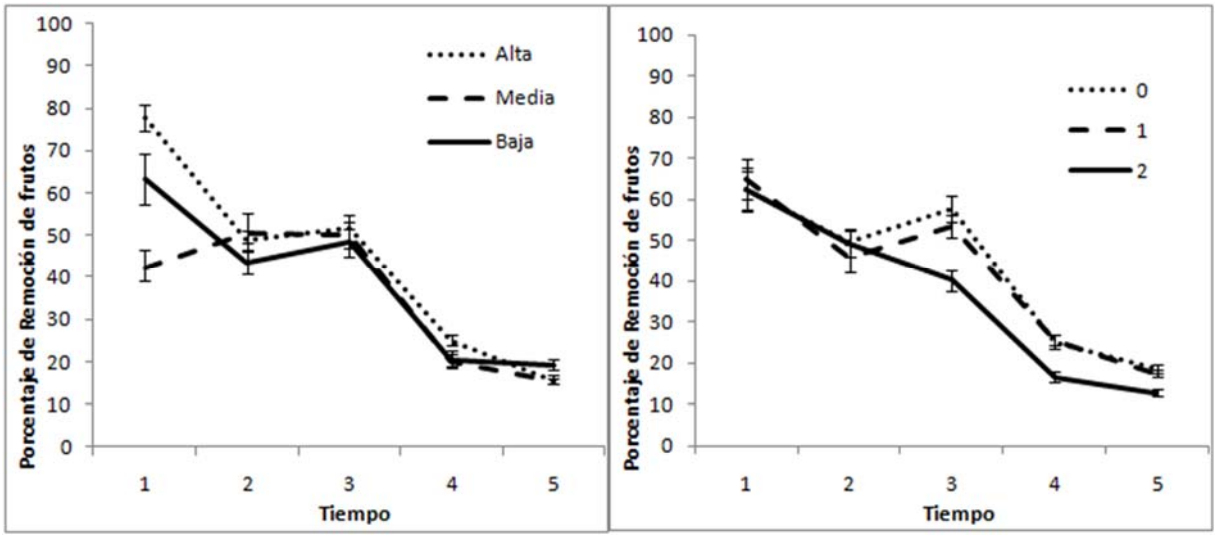


Figura 3. Proporción de la remoción o consumo de frutos por tipo de perturbación (alta, media y baja) y tratamientos de exclusión (0, 1 y 2) de acuerdo al tiempo de monitoreo.

Tabla 3. Densidad de población de *D. alata* en diferentes regiones de Brasil y Bolivia ([1]= Salis y Crispim 2006, [2]= ZEE 2005, [3]= Brito *et al*. 2008, [4]= Haase y Hirooka 1998, [5]= Oliveira-Filho y Martins 1991, [6]= Brito, 2004 en Sano *et al*. 2004, [7]= Bassini, 2008, [8]=Presente estudio).

Bosque	**Lugar**	**Densidad Ind/ ha (DAP cm)**
Mata semidecidua (Pantanal)	Corumba (Rancharia)	7-11 (>5)[1]
Mata decidua	Corumba (Campo Alto)	9 (>5) [1]
Cerradão (Pantanal)	Poconé (Taquaral)	5 (>3) [1]
	Corumba (Campo Alto)	7 (>5) [1]
	Corumba (Nhumirim)	0 (>3); 13 (>10) [1]
	Corumba	25[1]
	Corumba (Nhumirim y Rancharia)	0-6 (>3) [1]
	Corumba (Imaculada)	28 (>5) [1]
	Aquidauana (Rio Negro)	39 (>5) [1]
	Corumaba (Ipanema)	29 (>10) [1]
Cerrado (Pantanal)	Corumba (Rancharia)	24 (>5) [1]
	Corumba (Nhumirim)	29 (>3); 9 (>10) [1]
	Santo Antonio do Levenger	4 (>1) [1]
Cerradão/Bosque ombrófilo	Tocantins, norte	400 (>1)[2]
Cerrado	Tocantins, Lagoa da Confusão-	7 (>15) [3]
Mata semidecidua	Mato Grosso Do Sul	88 (>5)[4]
Cerrado	Mato Grosso, Cuiaba,	143 (>9)[5]
Cerrado denso y mata estacional	No indentificado	23 (>11)[6]
Cerradão	Goias (Araguapaz, Pirenópolis)	14-50 (>10)[7]
Bosque semideciduo	Santa Cruz (Lomerío, Palmarito)	7 (>5); 4 (>10)[8]
Cerradão	Santa Cruz, Palmarito	19 (>5); 12 (>10) [8]
Abayoy	Santa Cruz, San José	17 (>5); 7 (>10) [8]
Sabanas herbáceas	Santa Cruz, Palmarito	15 (>5); 8 (>10) [8]