

Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en la producción del banano *Musa AAA* en fincas comerciales de tres localidades del Trópico de Cochabamba

Oscar Colque¹, Edwin Iquize², y Armando Ferrufino³

¹ Ing. Agr. Técnico Validador Banano, ² Ing. Agr. Técnico Estadístico, ³ Ing. Agr. MSc., PhD. Director
Nuevo IBTA- EE La Jota, Chimoré, Bolivia
oscarcf68@hotmail.com

Introducción

El banano es el rubro de mayor importancia en el Trópico de Cochabamba (TC), adquiere relevancia por la superficie cultivada (12600 ha), familias que participan en el proceso productivo (4000) y, principalmente, por la economía que genera dentro y fuera de las fincas de producción (PDAR, 2003).

Entre los años 2000 a 2004 las exportaciones de banano se incrementaron de 300 000 a 1 962 564 cajas año⁻¹ (600%). A pesar de que sólo 14% de la producción se destina a la exportación, existe una creciente demanda de fruta; este aspecto representa un indicador para mejorar la productividad y calidad del banano.

De acuerdo a registros de producción de las fincas bananeras de exportación del TC los rendimientos varían de 25 a 33 t ha⁻¹ año⁻¹ (Comité de Banano CONCADE, 2004) y se reportan elevadas tasas de descarte ocasionadas por daños físicos, insectos, enfermedades y, principalmente, porque la fruta no cumple las especificaciones técnicas de largo y grosor de la fruta.

Para la obtención de fruta con calidad comercial (longitud y grosor) es necesario que las plantas de banano reciban una nutrición balanceada. Sobre este aspecto en el TC se han realizado trabajos de investigación en fertilización y los niveles recomendados fueron de 200 kg de nitrógeno (N) ha⁻¹ año⁻¹ y 400 kg potasio (K) ha⁻¹ año⁻¹ (Ferrufino, 2001); sin embargo la cantidad de nutrimentos a reponer debe ser ajustado de acuerdo al análisis de suelos.

El presente trabajo fue realizado con el objetivo de validar en fincas comerciales, los beneficios productivos y económicos de la tecnología de nutrición nitrogenada y potásica recomendada por el Nuevo IBTA.

Metodología

Este trabajo se realizó en tres fincas comerciales de banano (*Musa AAA*) de las asociaciones ASIPLA, ASPROBAN y ASIPA, ubicadas en las localidades de La Playa, Senda B y 16 de Julio, (Provincias Chapare y Carrasco del Trópico de Cochabamba, respectivamente). En cada finca se tomaron cinco hectáreas. El trabajo de campo inició en junio 2003 y finalizó en diciembre de 2004.

Se registraron datos climáticos durante las gestiones 2003 y 2004, el promedio de la precipitación fue de 4063 mm y las temperaturas promedio, máxima y mínima fueron 25.9, 31.1 y 20.7°C, respectivamente.

Al inicio del trabajo se realizó la caracterización de las fincas y se determinó la línea base de manejo agronómico (Tabla 1). Para ello se usó el método de auditorías de campo adaptado de Banaxass 3.0 (AGROSOFT, 2002).

Tabla 1. Características de población y manejo agronómico de las fincas en las que se realizó el trabajo de validación. TC, junio, 2003.

Localidad	Edad de plantación (años)	Población (pl/ha)	DMA (m)	Distribución de plantas (%)	Manejo de la plantación			Control de sigatoka negra
					Embolse	Fertilización	Deshoje	
16 de Julio	5	1808	1.82	10.5	Si	No	Si	Terrestre
La Playa	5	1959	1.75	8.2	Si	No	Si	Aéreo
Senda B	5	1927	1.69	11	Si	No	Si	Terrestre

DMA = Distancia mínima aceptable entre plantas

Las características químicas y físicas de suelos de las fincas fueron determinadas en el laboratorio de análisis de suelos del Centro de Investigación en Agricultura Tropical de Santa Cruz (Tabla 2). De cada finca se obtuvo una muestra compuesta (20 submuestras) mediante la técnica del muestreo sistemático, a 20 cm de profundidad y una distancia de 50 cm frente al hijo de sucesión.

Tabla 2. Características químicas y físicas de suelos de las fincas en las que se realizó el trabajo de validación. TC, 2003.

Localidad	pH *	CE uS cm ⁻¹	Cationes Intercambiables (cmol kg ⁻¹)				CICE	Porcentaje de saturación		
			Ca	Mg	Na	K		bases	acidez	
16 de Julio	4.7	Fuertemente ácido	66	1.7	0.6	0.13	0.24	4.8	56	45%
La Playa	5.2	Fuertemente ácido	42	2.0	2.2	0.15	0.11	4.7	95	4%
Senda B	4.4	Muy fuertemente ácido	78	2.6	1.6	0.19	0.28	7.5	62	38%

* Según clasificación laboratorio de análisis de suelos CIAT de Santa Cruz

Localidad	Acidez	Al	P	MO	N Total	Arena	Limo	Arcilla
	cmol kg ⁻¹		mg. kg ⁻¹	%	%		%	
16 de Julio	2.1	1.5	17	2.3	0.18	44	39	17
La Playa	0.2	0.0	9	2.1	0.11	29	56	15
Senda B	2.8	1.8	9	2.4	0.20	7	70	23

La población de nematodos y raíces funcionales fue determinada en el laboratorio de la Estación Experimental La Jota. Las muestras se obtuvieron de 10 plantas (hijos de sucesión entre 1 a 1.5 m de altura) de plantas madres prontas o paridas. En laboratorio, éstas fueron homogeneizadas mediante el método de centrifugación y el conteo fue realizado en un estereoscopio (Tabla 3).

Tabla 3. Población de nematodos en 100 g de raíz y porcentaje de raíces funcionales de las fincas en las que se realizó el trabajo de validación.

Localidad	<i>Radopholus similis</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i>	Raíces funcionales (%)
16 de Julio	10360	648	81	77%
La Playa	576	1180	182	94%
Senda B	20026	1325	0	76%
Promedio	10321	1051	88	83%

Fuente: Escalier (2003).

El tratamiento propuesto por el Nuevo IBTA consistió en la aplicación de fertilizantes a dosis de 200 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ (9 qq de Urea) y 400 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹ (13 qq de Cloruro de Potasio), fraccionados en 12 ciclos por año más labores culturales (deshoje fitosanitario y protección, deshije, desvío de hijos, y embolsado). Los niveles de nutrimentos utilizados en este trabajo fueron ajustados en base a recomendaciones de suelos y recomendaciones de trabajos de investigación realizadas por Ferrufino (2001) y Ayaviri *et al.* (2003). A estas fincas se denominó fincas de validación o fincas con tecnología del Nuevo IBTA.

Las fincas seleccionadas se compararon con fincas adyacentes (en las localidades 16 de Julio y Senda B), y bloques de producción (en la localidad La Playa). Estas fincas y bloques no aplicaron la tecnología propuesta por Nuevo IBTA (fertilización) pero realizaron similares labores culturales y se consideran como testigos.

La dosis por planta fue determinada en base a la cantidad de unidades productivas por hectárea. El fertilizante fue aplicado en media luna frente al hijo de sucesión.

La edad de las fincas seleccionadas y testigos fue de cinco años aproximadamente todas insertas en el proceso de exportación de banano.

Las variables evaluadas en el presente trabajo corresponden a:

- Peso de racimos, se determinó pesando el racimo más pinzote al momento de la cosecha.
- Calibre o grado (1 grado = 1/32avos de pulgada = 0.7935 mm) y largo de dedo, se determinó midiendo el diámetro y longitud del dedo central de la fila inferior en la segunda mano del racimo.
- Conversión, se obtuvo realizando la relación de cajas obtenidas por racimos procesados
- Ingreso neto en dólares (\$us) por hectárea año

Las variables peso de racimos, calibre y largo de dedo se registraron en las fincas seleccionadas y testigos a la finalización del trabajo; se evaluaron 420 racimos (90 y 330 racimos en fincas de validación y testigos, respectivamente)

La variable conversión de racimo a caja fue registrada en forma semanal desde el inicio hasta la finalización del trabajo. Se evaluaron 150706 racimos (48249 y 102457 racimos en las fincas de validación y testigos, respectivamente). Esta variable fue priorizada por tratarse de un parámetro que mide la calidad y productividad.

Para la obtención del ingreso neto se procesaron datos de número de racimos, cajas y chipas obtenidas en la localidad 16 de Julio durante la gestión 2004. Para los cálculos se sustrajeron del costo de una caja de banano (1.5 \$US) y el costo de producción de un racimo (0.81 \$US). La diferencia fue multiplicada por el número de cajas obtenidas en una hectárea. En las fincas testigo no se considero el costo de fertilizante.

Las variables evaluadas fueron procesadas bajo el criterio del análisis de varianza de clasificación jerárquica con el procedimiento modelo lineal mixto (Steel y Torrie, 1992). Los tratamientos fueron discriminados con el procedimiento de promedios por mínimos cuadrados y la distribución de t de Student. La única variable procesada con el modelo lineal generalizado (Montgomery, 2003) fue la de conversión.

El manejo agronómico de las fincas de validación fue realizado por los productores asistidos por técnicos del Nuevo IBTA. La labor de deshoje fitosanitario y protección fue ejecutado en forma semanal, el deshije cada ocho semanas y el control de la sigatoka en 13 oportunidades, previo a un monitoreo de campo. La protección de la fruta mediante el embolsado y encintado fue realizada y registrada en forma semanal. Las fincas testigo recibieron manejo agronómico similar a las fincas de validación a excepción del monitoreo de la sigatoka negra

Resultados

Peso de racimo

El peso de racimo mostró diferencias altamente significativas (P: 0.001) entre localidades y tratamientos dentro localidades. En las localidades La Playa, 16 de Julio y Senda B, el tratamiento Tecnología Nuevo IBTA tuvo mayor peso de racimo frente a los testigos (Figura 1). En general, el peso del racimo en la localidad La Playa fue mayor seguida por 16 de Julio y Senda B. En la localidad La Playa probablemente la baja saturación de acidez (4%), pH moderadamente ácido (5.2) y alta saturación de bases (95%) (Tabla 2) favorecieron un mayor crecimiento radicular y mejor aprovechamiento de los nutrimentos aplicados y otros presentes en el suelo, traduciéndose en mayor peso del racimo. En cambio en las localidades de 16 de Julio y Senda B, la saturación de acidez fue 45 y 38% y saturación de bases 56 y 62% (Tabla 2), cuyos valores según Espinosa y Molina (1999), Ferrufino (2001) y Bertsch (1999) son considerados limitantes en la producción de banano.

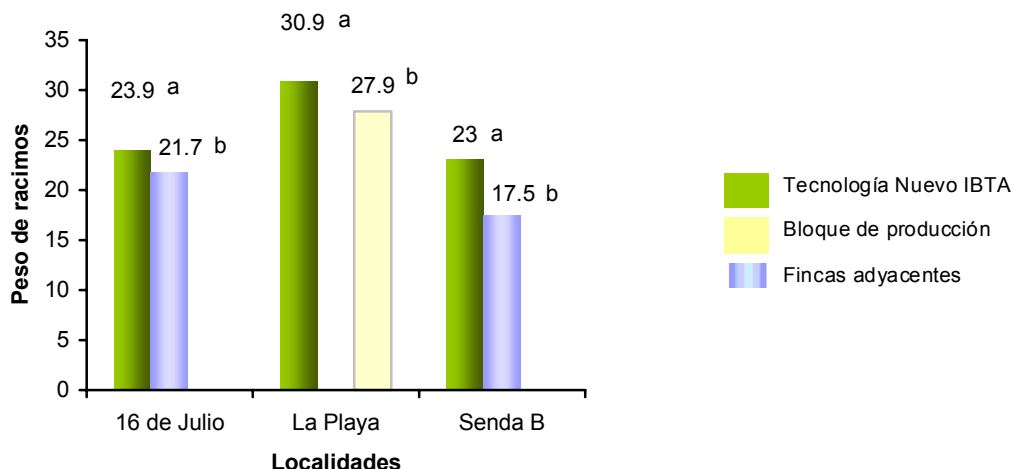


Figura 1. Peso racimos (fruta + pinzote) de las fincas de validación, fincas adyacentes y bloques de producción (testigos).

Adicionalmente a los factores restrictivos del suelo (pH ácido y alta saturación de acidez) en las localidad de Senda B y 16 de Julio, es probable que el peso de racimos de banano también haya sido afectados por la alta población de *R. similis* (20 000 y 10360 nematodos en 100 g de raíces, respectivamente). De acuerdo a Tarté y Pinochet (1981) citados por Escalier *et al.* (2003), el nivel crítico para esta especie es de 10 000 ejemplares en 100 g de raíces. Esto implica que plantas de banano que tienen raíces con poblaciones de nematodos superiores a 10 000 unidades pueden ser afectadas en la producción. Por otro lado, según Escalier (2003), en la región del TC el peso de los racimos disminuye cuando la población de nematodos se encuentra entre 10 000 a 20 000 y se acentúa después de los 30 000 nematodos por 100 g de raíces, con pérdidas de hasta un 28%. En la Playa, la población de nemátodos fue de 576 nematodos por 100 g de raíces.

Número de manos por racimo y número de dedos en la segunda mano

El análisis de varianza para el número de manos por racimo y número de dedos en la segunda mano mostró diferencias significativas ($P: 0.01$) entre localidades y entre tratamientos. Dentro las localidades solo fue significativo para el número de manos. La respuesta del número de manos a la Tecnología Nuevo IBTA fue favorable frente al testigo ($P: 0.001$) en la localidad Senda B (Figura 2a). El menor número de manos por racimo (5.8) observados en el testigo (Senda B) se debe al estado nutricional pobre de la plantación según López (2000). Referente al número de dedos de la segunda mano del racimo no se presentaron respuesta a la fertilización y labores culturales (Figura 2 b).

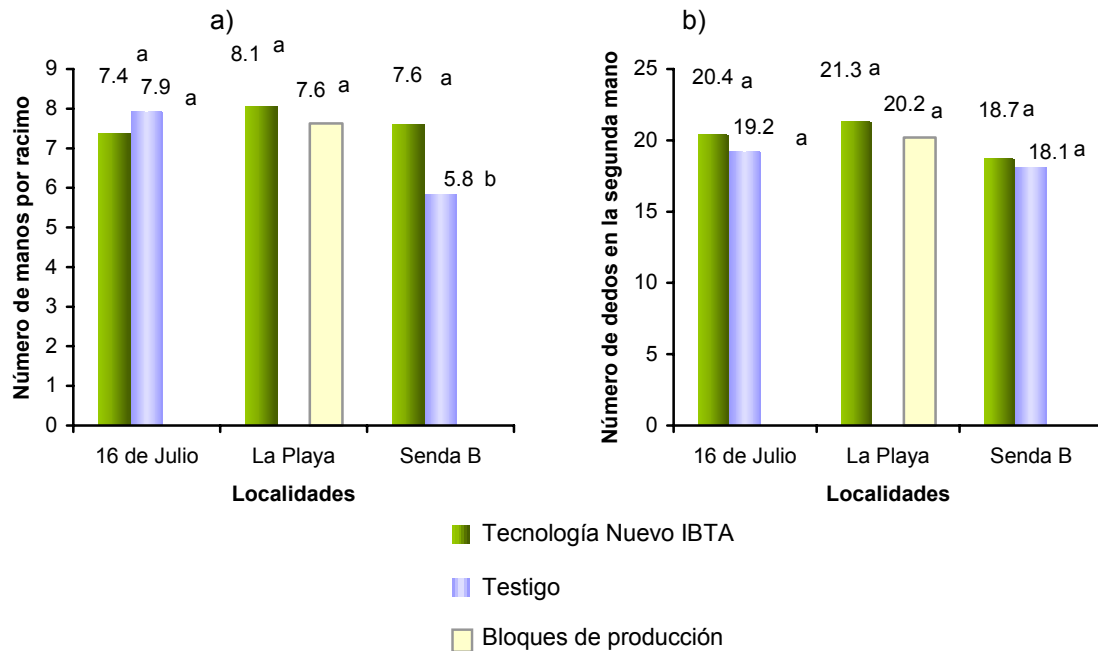


Figura 2. Respuesta por tratamientos dentro localidades del a) número de manos por racimo y b) número de dedos en la segunda mano.

De acuerdo a la correlación entre número de manos y peso del racimo ($r = 0.703$), se asume que la adición de nutrimentos en suelos que tienen condiciones químicas menos adversas, favoreció la asimilación de nutrimentos.

Longitud y calibre del dedo central de la segunda mano

La evaluación de longitud y calibre del dedo central mostró diferencias estadísticas entre localidades y entre tratamientos dentro localidades. La Tecnología Nuevo IBTA tuvo respuesta de la longitud de dedo en las localidades de 16 de Julio y Senda B frente a los testigos (Figura 3a). Respecto a la variable calibre de dedo (Figura 3b), solo en la localidad 16 de Julio se observó un incremento del calibre frente al testigo.

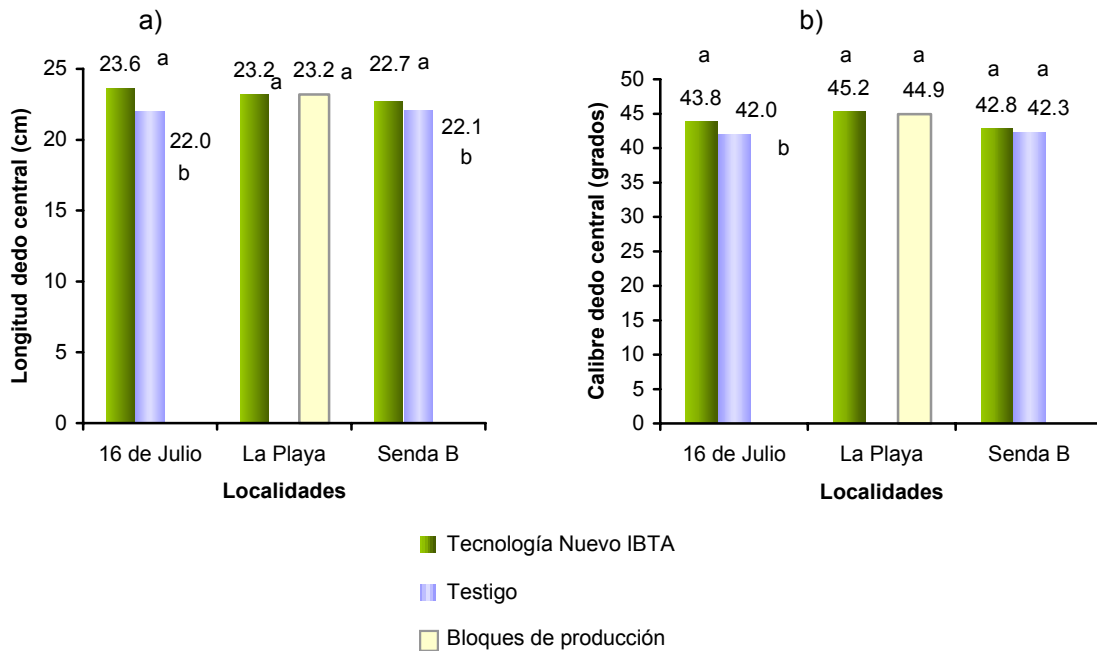


Figura 3. a) Longitud del dedo central de la segunda mano por localidad comparado entre las fincas de validación y testigos, y b) calibre de dedo central de la segunda mano por localidad comparado entre fincas de validación y testigos.

De acuerdo a los resultados se observó que la fruta de mayor calibre, longitud y peso se encontró en La Playa. En otros trabajos se encontró que la longitud y calibre del fruto es influenciada por la fertilización potásica.

Conversión

El análisis estadístico para la variable conversión fue significativo entre tratamientos y en la interacción por localidad, tratamiento y mes dentro de años de evaluación a $P: 0.001$. Por otro lado, los resultados de conversión de las fincas que aplicaron la tecnología propuesta por el Nuevo IBTA comparados con las fincas testigos, mostraron diferencias altamente significativas ($P: 0.001$) en las tres localidades (16 de Julio, La Playa y Senda B), a favor de las fincas asistidas por el Nuevo IBTA. El incremento de la conversión fue del 17% comparado con las fincas testigos (Figura 4a).

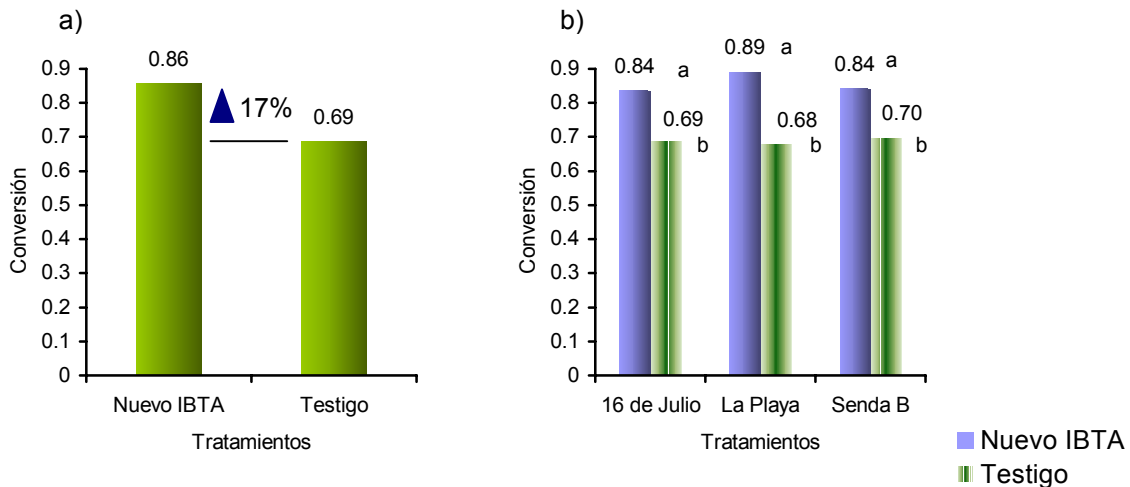


Figura 4. a) Conversión de racimos a cajas comparadas entre la tecnología propuesta por el Nuevo IBTA con fincas testigos, y b) Conversión de racimos a cajas comparadas entre la tecnología propuesta por el Nuevo IBTA con fincas testigos en las localidades de 16 de Julio, La Playa y Senda B, 2004.

La conversión en las fincas de validación con la tecnología del Nuevo IBTA frente a los testigos fue similar al inicio y se incrementó durante el desarrollo de trabajo hasta su finalización. Se observaron mejoras a partir del mes de octubre prolongándose hasta abril; estos meses coinciden con los periodos de mayor calor y precipitación en la región del TC (temperatura media promedio de 27.29°C y 2854 mm equivalente al 74% de la precipitación total). En cambio, los valores de conversión en los meses de mayo a septiembre disminuyeron, coincidiendo con las épocas de frío o surazos y menor precipitación (temperatura mínima promedio 18.44°C y 1004 mm equivalente al 26% de la precipitación total).

Por otro lado, la conversión de racimo procesado a caja también es determinada por el manejo adecuado de la fruta, durante y después la cosecha (Arévalo, 2000). De esta manera, se logra una mejor presentación en el mercado final y se reduce el desperdicio de fruta ocasionado por daños como magulladuras, daños de cuello y cicatrices. Sin embargo, es necesario aclarar que el peso de los racimos está determinado por factores hídricos, control fitosanitario y principalmente la nutrición balanceada. Varios trabajos de investigación han demostrado que la calidad de fruta es influenciada por la reposición oportuna de nutrimentos en los volúmenes requeridos por la planta de banano, principalmente N y K (Espinosa, 1999). En un trabajo sobre el efecto del K en la producción de banano en la región del TC, Ayaviri *et al.* (2003) encontraron incrementos de 1.8 kg por cada 100 kg de K aplicado anualmente.

Ingreso neto por hectárea

De acuerdo a la Figura 5, el ingreso neto ha⁻¹ año⁻¹ por venta cajas y chipas de las fincas manejadas con tecnología propuesta por el nuevo IBTA y fincas testigo fueron de 1098 y 706 \$US

respectivamente. El ingreso adicional de la parcela manejada con la tecnología propuesta por el Nuevo IBTA fue de 391 \$US frente al testigo. Este aspecto implica que se obtuvo 36% de ingreso adicional frente a las fincas testigo.

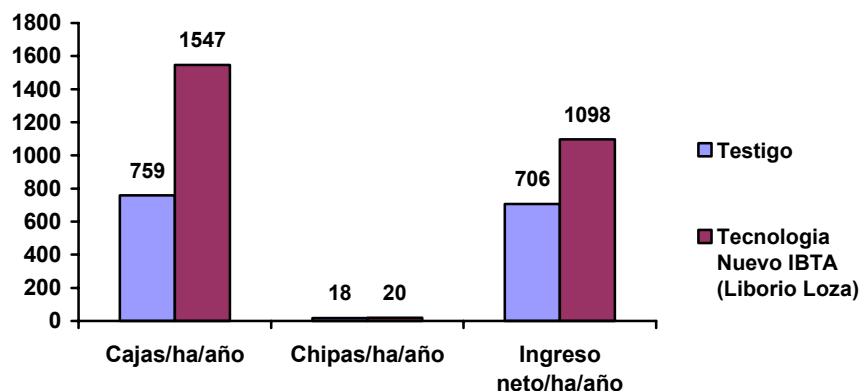


Figura 5. Ingreso neto $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ (venta cajas y chipas) de las fincas con tecnología propuesta por el nuevo IBTA comparada con el promedio de tres fincas testigos en la localidad 16 de Julio.

Conclusiones

- La localidad La Playa mostró mayor peso de racimos en el tratamiento y testigo, porque las condiciones químicas del suelo favorecieron a la asimilación de los nutrientes aplicados, frente a las localidades Senda B y 16 de Julio.
- En la localidad de Senda B, la finca de validación con tecnología del Nuevo IBTA mostró mayor respuesta a la fertilización.
- En las tres localidades, las fincas de validación con tecnología del Nuevo IBTA fueron superiores en pesos de racimo, número de manos por racimo, largo y calibre de dedo comparados con las fincas adyacentes y bloques de producción (testigos).
- La conversión promedio de racimo a caja de las fincas de validación fue incrementada en 17%. La localidad que aumentó en mayor proporción fue La Playa, seguida de 16 de Julio y Senda B con 21, 15 y 14% respectivamente.
- Se obtuvo 36% de ingreso adicional (391 \$US) en las fincas manejadas con la tecnología propuesta por el Nuevo IBTA comparado con los testigos.

Bibliografía

- Arevalo, J. 2000. Manual de procesos de cosecha y empaque de banano. Proyecto CONCADE. Cochabamba, Bolivia. 74 p.
- Ayaviri, J., Rivas, P. y Ferrufino, A. 2003. Respuesta del banano clon Valery a la fertilización nitrogenada y potásica en tres localidades. Trabajo de tesis presentado en el Congreso de Suelos. Santa Cruz Bolivia. 14p.

- Berstch, F. 1999. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
- BANAXASS 3.0, 2002. Sistema agrícola de producción bananera. AGROSOFT. S. A. Guayaquil, Ecuador 23 p.
- Ferrufino, A. 2001. Respuesta a la fertilización en los cultivos comerciales más importantes en el Trópico de Cochabamba. Proyecto CONCADE. Cochabamba, Bolivia. pp15-22.
- Escalier, B. 2003. Diagnóstico de nematodos en el rubro banano. Informe Anual 2003 Nuevo IBTA Proyecto CONCADE.
- Escalier, B. Camacho, J. y Ferrufino, A. 2003. Determinación de umbral de daño económico para nematodo *Radopholus similis* en cultivo de banano (Musa AAA), Segundo Congreso de protección Vegetal. Cochabamba Bolivia. 3p.
- Espinosa, J. y Molina. E. 1999. Acidez y encalado de los suelos. Instituto de la Potasa y el Fósforo de Canadá. 42 p.
- López, A. 2000. Interpretación de los análisis químicos de suelos y foliares en el cultivo de banano (Musa AAA cv. Valery) en Costa Rica. Análisis de un caso y factores involucrados. San José Costa Rica. 10p.
- Montgomery, D. 2003. Diseño y análisis de experimentos. Trad. Rodolfo Piña García. Limusa Wiley México DF 686p.
- Steel y Torrie. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México DF. 661 p.

Agradecimientos

Productores: *Simón Corrales Efrosina Miranda (ASPROBAN), Félix Mamani, Ángel Mariaca, Serafín Mejía (ASIPLA) y Liborio Loza (ASIPA), en el establecimiento y manejo de las fincas de validación*

Técnicos: *Jorge Ayaviri y Percy Rivas (UNABANA) Julio Cesar Martínez (ABAPI), Rolando Escobar, Rómulo Grágeda; Ramiro Villarpando (Nuevo IBTA).*

Promotores: *Ronald Limachi (ASIPLA).*

Estudiantes: *René Delgadillo tesista Nuevo IBTA, Ronald Verazain, Samuel Mejía, Martín Chino y Lisandro Zapata (TAC).*