

**Cinco relaciones del abono BSA 1.0 y
fertilizante sintético para la producción de
lechuga crespa en Machachi, Ecuador**

Mauricio Alejandro Jarrín Cárdenas

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Cinco relaciones del abono BSA 1.0 y fertilizante sintético para la producción de lechuga crespa en Machachi, Ecuador

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Mauricio Alejandro Jarrín Cárdenas

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

Cinco relaciones del abono BSA 1.0 y fertilizante sintético para la producción de lechuga crespa en Machachi, Ecuador

Presentado por:

Mauricio Alejandro Jarrín Cárdenas

Aprobado:

Jeffery Pack, D.P.M.
Asesor principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Carrera de Ingeniería Agronómica

Tania Gallo, Ing.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Jarrín Cárdenas, M.A, 2011. Cinco relaciones del abono BSA 1.0 y fertilizante sintético para la producción de lechuga crespa en Machachi, Ecuador. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 14 p.

Se evaluaron 20 parcelas de lechuga crespa, tratadas con cinco tratamientos los cuales fueron: 100% orgánico, 75% orgánico con 25% sintético, 50% orgánico con 50% sintético, 25% orgánico con 75% sintético y 100% sintético, las cuatro repeticiones de los cinco tratamientos fueron tratadas de la misma manera para evitar sesgos, se trasplantó en tresbolillos, se obtuvo 42 plantas de lechuga crespa por cada cama de 3 m² (3 m de largo y 1 m de ancho). La fertilización orgánica fue una semana antes del trasplante considerando su humedad y su disponibilidad, la fertilización sintética se dividió para cinco semanas del total de la fertilización. Para la cosecha se evaluaron rendimientos totales y comerciales (número total obtenido de lechuga crespa por tratamiento, y kilogramos por tratamiento), se realizó tres veces durante diez días para permitir que aquellas que se quedaron pequeñas puedan desarrollarse antes de quitarlas. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar. Las medias se separaron con la prueba Tukey al 5%. Se obtuvieron mejores rendimientos con el tratamiento de 75% abono orgánico y 25% abono sintético a causa de pesos unitarios de cada lechuga y muy poco rechazo, mientras que la relación de 50% abono y 50% sintético rindió menos que los demás, principalmente a causa de sus rechazos. Los ingresos que proporcionaron fueron buenos a pesar de los distintos costos relativos de cada fertilización, en ningún caso se presentaron pérdidas, pero sí mayores ingresos mientras menos abono necesitaba. A medida que aumentó el costo del abono orgánico, menores fueron los ingresos debido a la cantidad de abono que se debe aplicar para cada fertilización, si el precio del abono disminuye aumentan los ingresos y se produce más y a menor precio.

Palabras clave: Compost, ingreso relativo al testigo, materia orgánica, sensibilidad.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4 CONCLUSIONES.....	10
5 RECOMENDACIONES.....	11
6 LITERATURA CITADA.....	12
7 ANEXOS	13

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Dosis de abono orgánico para cada tratamiento (kg/ha) en base al análisis del abono en Machachi, Ecuador.	4
2. Producción de lechuga cresa con diferentes relaciones de abono orgánico (A) y fertilizante sintético (F) en Machachi, Ecuador.	5
3. Análisis de costos e ingresos relativos a las fuentes de fertilizantes por hectárea en comparación con el tratamiento testigo (0%A:100%F), en Machachi, Ecuador.	7
4. Sensibilidad del abono si se aumenta o disminuye el precio, ingreso neto relativo al testigo (0%A:100%F).	8
Figuras	Página
1. Lechuga no comercial (kg/ha) fertilizados con diferentes relaciones de abono orgánico (A) y fertilizante sintético (F).....	6
Anexos	Página
1. Análisis del abono BSA 1.0.....	13
2. Dosis de fertilizante aplicado para cada tratamiento (kg/ha)	14
3. Cuadro de costos de abono orgánico y abono inorgánico.	14
4. Randomización de las parcelas de lechuga con diferentes mezclas de abono orgánico (A) y fertilizante (F) en campo. Machachi, Ecuador	14

1. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa*) pertenece a la familia Compositae y género *Lactuca*, y este incluye aproximadamente 100 especies (Vallejo *et al.* 2004). La lechuga es originaria de Asia menor y se deriva probablemente de la lechuga silvestre (*Lactuca scariola*). La lechuga es muy conocida y cultivada de distintas formas en todo el mundo, mediante diferentes tipos y variedades que posee, siendo la hoja cruda de hortaliza, la más importante y consumida (Giaconi 1994).

La lechuga es un cultivo extremadamente delicado con respecto a sus requerimientos ambientales, para su germinación requiere una temperatura que oscile entre 18 y 21 °C, sin esta temperatura hay una reducción notoria de la germinación. Prefiere climas frescos y húmedos, aunque resiste bajas temperaturas en su primera etapa, pero es muy sensible a heladas en la etapa de cosecha (Giaconi 1994). Las necesidades nutricionales de la lechuga presentan variaciones dependiendo de su tipo ya sean de cabeza, batavias o de hoja suelta, también dependen de su volumen si son lisas, scarolas o romanas, y del tipo de cultivar, en promedio los requerimientos oscilan en: 150-100-100 de N-P-K respectivamente (Vallejo y Estrada 2004, Orton 1957). El ciclo de la lechuga cresspa comprende alrededor de 8 a 9 semanas después del trasplante, y la plántula debe tener alrededor de 35 días en almácigo o bandeja.

Otros aspectos a considerar en la producción de lechuga son las enfermedades conocidas con diversas causas y etiologías, son el resultado de la interacción entre la planta de la lechuga, el patógeno y las condiciones ambientales. Las condiciones abióticas, como un suelo salino, carencias nutricionales o un suelo inundado, creadas por causas naturales pueden provocar enfermedades en ausencia de un patógeno. Estos factores interactuantes, además del tiempo, forman el tetraedro de la enfermedad (Lot 2005).

La lechuga requiere una humedad del suelo relativamente abundante y constante durante todo su periodo de crecimiento. Las variaciones en el riego y en las prácticas culturales, pueden afectar a la calidad y productividad de la lechuga (Davis *et al.* 1997).

Abono orgánico o fertilizantes son productos destinados a alimentar a las plantas, por lo que abonar significa aplicar nutrientes a su sustrato. Los abonos se aplican de manera directa a las plantas, para favorecer su crecimiento, aumentar la producción o mejorar la calidad (Bongcam 2003). Los abonos deben cumplir con ciertas características como: el incremento de la masa vegetal, aumentar la producción, es decir el producto neto, mejorar la calidad del producto, orientarlo al mercado comercial, aumentar la calidad nutritiva y generar resistencia a posibles agentes nocivos (Finck 1988).

Los abonos orgánicos pueden ser varios como: compost, humus. El compostaje es la técnica biológica realizada en condiciones particulares de humedad, aireación, temperatura, y bajo la acción de ciertos microorganismos, para la transformación y estabilización de residuos orgánicos biodegradables en un producto final llamado compost, que según sus nutrientes puede ser un abono de alta calidad (Gómez 2007).

El compost es un compuesto con un alto contenido de materia orgánica parcialmente mineralizada y humificada, que puede ser usado como abono orgánico o como sustrato, que puede sufrir mineralizaciones más lentas una vez incorporado al suelo y al final de su evolución o descomposición se transforma en humus (Gómez 2007).

Los abonos orgánicos, a diferencia de los fertilizantes sintéticos, producen en el suelo mayor aireación, lo vuelve más esponjoso, retiene cuatro veces la humedad en su peso lo cual reduce los ciclos y frecuencias de riego, y obviamente aporta con materia orgánica al suelo, devolviéndole su salud natural y combatir posibles erosiones, ya que los abonos sintéticos no son malos, pero únicamente cumplen la función de aporte de dicho nutriente al suelo, y no le mejoran sus cualidades ni su salud (Reestrepo 2001).

El abono BSA 1.0 favorece a la estructura física del suelo, es decir, mejora las características del suelo como porosidad en caso de arcillas, absorción de humedad en arenas, funciona como una esponja absorbe el agua y la pone disponible a las plantas, permite que permanezca más tiempo el agua en las partículas del suelo, y la ventaja más importantes como materia orgánica es formar coloides, es decir, envuelve a los fertilizantes químicos con una capa gelatinosa y evita que se pierdan los nutrientes como sucede en suelos que no tiene materia orgánica, funciona como una solución buffer mejorando la salud del suelo (Gallo 2011)¹.

La industria hortícola es una de los principales consumidores de enmiendas orgánicas para ser utilizadas como medio de cultivo, se debe tener en cuenta datos estadísticos alrededor del 80% de las plantas ornamentales que se comercializan en contenedores donde del 75 al 80% de los componentes son medios orgánicos. La industria hortícola ha usado composta durante muchos años, sin embargo, no en las mismas cantidades, que otros productos (Stoffella y Kahn 2005).

Debido a precios actuales y proyectos futuros de fertilizantes sintéticos, hay un interés renovado en fuentes de nutrientes de origen orgánico. Sin embargo, muchas de las variedades actualmente ofertadas en el mercado fueron evaluadas y escogidas a base de dietas completamente sintéticas y con disponibilidades inmediatas de nutrientes. En este estudio se probó la posibilidad de combinar fertilizante sintético con fertilizante orgánico, el mismo que reduzca costos de producción obteniendo buenos rendimientos, tratando de suplir al máximo la fertilización sintética.

El objetivo de este estudio fue producir lechuga cresa mediante el uso de fertilizante sintético y fertilizante orgánico, determinar cuál es la mejor relación de abono sintético y fertilizante, y analizar los rendimientos de lechuga totales y comerciales, tanto en cabezas como en kilogramos, obteniendo la relación de abono sintético y orgánico más adecuada a la producción de lechuga cresa (*Lactuca sativa* var. 'crispa') en Machachi, Ecuador.

¹ = Gallo, M. 2011. BSA 1.0 y materia orgánica. Ecuador, BIOSA S.A. Comunicación personal.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: El estudio se llevó a cabo en la empresa Biosoluciones Agrícolas BSA S.A (BIOSA S.A.) ubicada en el Rancho San Ricardo, Barrio Tucuso Machachi, Ecuador, a 96.25 kilómetros al sur de la ciudad San Francisco de Quito. El terreno tiene una altitud de 3000 msnm, una temperatura máxima promedio de 25 °C y una temperatura mínima de 3 a 6 °C. El tipo de suelo de esta zona es un suelo arenoso y la época climática en que se llevó a cabo el estudio fue fines de verano hasta invierno (Enero hasta Abril) en esta zona.

Preparación del suelo: Se preparó el suelo manualmente y se levantaron 20 camas de 90 cm de ancho con 3 m de largo y 60 cm entre camas. Se analizó el suelo para determinar la riqueza y deficiencias para la aplicación de abono orgánico e inorgánico objetivos de este estudio (Anexo 1).

Tratamientos: Se evaluaron cinco tratamientos:

1. 100% de abono orgánico con 0% de abono inorgánico.
2. 75% de abono orgánico con 25% de abono inorgánico.
3. 50% de abono orgánico con 50% de abono inorgánico.
4. 25% de abono orgánico con 75% de abono inorgánico.
5. 0% de abono orgánico con 100% de abono inorgánico.

Trasplante: Las plántulas de lechuga crespa se manejaron en bandejas durante 35 días. Después de los 35 días se trasplantó a las parcelas con un distanciamiento de 30 cm entre plantas usando el sistema en tresbolillos o hexagonal con cuatro hileras por cama.

Riego: El riego se utilizó solamente las tres primeras semanas después del trasplante ya que fueron antes de la época de lluvia y posteriormente no fue necesario regar. Durante estas primeras semanas se regó, asegurando que la humedad de la parcela fuese efectiva y el agua suministrada llegara a capacidad de campo y se encontrara disponible a la planta.

Fertilización: La fertilización orgánica se realizó una semana antes del trasplante de las lechugas (Cuadro 1). Para la fertilización orgánica se tomó en cuenta la humedad relativa que posee el abono (75%) y así aplicar lo necesario para el requerimiento, también se calculó una disponibilidad del 50% a lo largo del cultivo. Se aplicó fertilizante químico 15% a los 21 días después del trasplante (DDT), 25% a los 28 DDT, 25% a los 35 DDT, 20% a los 42 DDT, 15% a los 49 DDT del ciclo de producción, tomando en cuenta las relaciones que tenían cada tratamiento. Se realizaron en 5 semanas por un atraso en la entrega del análisis de suelo del terreno para descartar alguna anomalía del suelo, se fertilizó desde la semana 3 debido a este atraso, siempre logrando una curva normal de

fertilización. Los fertilizantes sintéticos que se usaron fueron 46-0-0, 18-46-0 y 0-0-60, se aplicaron de manera directa al suelo abriendo surcos a la par de cada hilera y siempre cubriéndolo bien para evitar su volatilización, esto para suplir las necesidades de la lechuga que son 150-100-100 de N-P-K, respectivamente (Anexo 2).

Cuadro 1. Dosis de abono orgánico para cada tratamiento (kg/ha) en base al análisis del abono[€] en Machachi, Ecuador.

Tratamiento		Dosis abono (kg/ha)
Abono (%)	Fertilizante (%)	
100	0	80,000
75	25	60,000
50	50	40,000
25	75	20,000
0	100	0

€ = análisis del abono: 1.5-1-1 de N-P-K respectivamente

Manejo del cultivo: Se realizaron inspecciones periódicas semanales de plagas y enfermedades, así como de control de malezas para lograr un mejor desarrollo del cultivo. Se desmalezó dos veces por semana para asegurar que las camas se encontraran limpias y haber tenido un cultivo sano. No se aplicó ningún químico para control de patógenos ni plagas debido a que no se encontraron en niveles altos.

Cosecha y toma de datos: Se cosechó tres veces en un lapso de diez días después de las nueve semanas en terreno. Se clasificó por total de lechugas por cama y total de lechugas comerciales, tabulando los resultados de las tres cosechas. Se midió el número y peso total y comercial en kg/ha de lechugas con una balanza. Los desperdicios fueron la diferencia de los rendimientos totales y comerciales y se apuntó la descripción del descarte.

Análisis Económico: Se realizó un análisis económico entre el costo relativo de producción, que es el costo del fertilizante y del abono, y el ingreso bruto relativo obteniendo el ingreso relativo al testigo, usando como testigo al tratamiento de 100% abono inorgánico.

Se proyectó la sensibilidad del abono a aumentar o disminuir su precio basado en el precio actual por metro cúbico que es de USD \$25.

Análisis estadístico y diseño experimental: Se usó un diseño experimental de BCA con cinco tratamientos y cuatro repeticiones para las 20 unidades experimentales. Cada unidad experimental de 3m² contaba con 42 plantas por cama en cuatro hileras.

Se analizaron los datos con el programa Statistical Analysis System (SAS®, 2007). A través de un análisis de varianza (ANDEVA) y PROC GLM, y separaciones de medias con el método Tukey, con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimientos totales y comerciales: En general el cultivo demostró buenas condiciones en la producción durante todo el experimento. En el monitoreo semanal no se encontraron plagas ni problemas fisiológicos que dañen el follaje de la lechuga crespa. Los rendimientos obtenidos por Los rendimientos de la lechuga crespa fueron buenos con una producción promedio de 33,080 kg/ha de producción total y 28,180 kg/ha de producción comercial lo cual representa una pérdida como no comercial de aproximadamente el 16% comparado con un 13% que registra (Lot 2005) (Cuadro 3).

No hubo diferencias entre tratamientos para el número total de cabezas de lechuga crespa, pero para el número comercial de lechugas en el tratamiento de 50% abono orgánico y 50% abono inorgánico, tuvo menos unidades comerciales (57,200 kg/ha).

La producción total y comercial de lechuga crespa, en el tratamiento 75% abono orgánico y 25% abono inorgánico, fue significativamente mayor, tanto totales (38,800 kg/ha) como comerciales (37,200 kg/ha). Este tratamiento presentó también menor pérdida en la producción comercial. Esos mayores valores fueron debidos no solamente a una baja mortalidad, pero también porque cada lechuga pesó entre 11 y 23% más que en otros tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de lechuga crespa con diferentes relaciones de abono orgánico (A) y fertilizante sintético (F) en Machachi, Ecuador.

Tratamiento	Cabezas total	Rendimiento total (kg/ha)	Cabezas comercial	Rendimiento comercial (kg/ha)	kg/unidad	No comercial %
100%A:0%F	91,600 ^{ns}	31,100 ^b	74,400 ^b	25,500 ^b	0.34	18
75%A:25%F	93,300	38,300 ^a	84,400 ^a	37,200 ^a	0.44	3
50%A:50%F	92,700	32,200 ^b	57,200 ^b	22,200 ^b	0.39	31
25%A:75%F	93,300	31,100 ^b	77,700 ^b	27,700 ^b	0.36	11
0%A:100%F	93,300	32,700 ^b	75,500 ^b	28,300 ^b	0.37	13
valor-p	0.3907	0.0002	0.0112	0.0003		
Tukey	2,545	5,729	17,205	7,443		

ns= no hay diferencias significativas entre sí

Valores con letras diferentes dentro de una misma columna difieren entre sí, ($p \leq 0.05$).

La mortalidad fue baja respecto a la producción total, sin embargo en la producción comercial ya se encontraban descartes por cabezas pequeñas, otras con *Erwinia*

carotovora carotovora y otras con presencia de pulgón (*Aphis gossypii*) la cual casi no se notaba, pero que no son aceptables para la comercialización.

Para todos los tratamientos, excepto el de 75%A:25%F, el porcentaje de rechazo fue alto, con un máximo del 5% siendo la meta comercial. El pulgón apareció al momento de la entrega al comprador, y descontó el precio de cada kilogramo de lechuga, a pesar de esto la presencia total del pulgón fue muy baja.

Erwinia carotovora carotovora es la pudrición blanda, que principalmente se dio en la parte basal de la lechuga la cual no se detectaba con facilidad sino solo al momento de la cosecha. Esta pudrición afecta al momento del cultivo y en su transporte y almacenamiento, por lo que se desechó al momento de la cosecha, como afirma (Lot 2005) la interacción del patógeno con la planta y la humedad originaron esta enfermedad muy común en la lechuga cresa, había plantas que se quedaron muy pequeñas durante las tres cosechas y no tenían un buen tamaño comercial. Se desconoce la causa de esa eventualidad ya que todas las parcelas estaban tratadas bajo las mismas condiciones, y tratamientos con más abono orgánico no presentaron tantas pérdidas, de igual manera tratamientos con más abono inorgánico tampoco presentaron tales pérdidas (Figura 1).

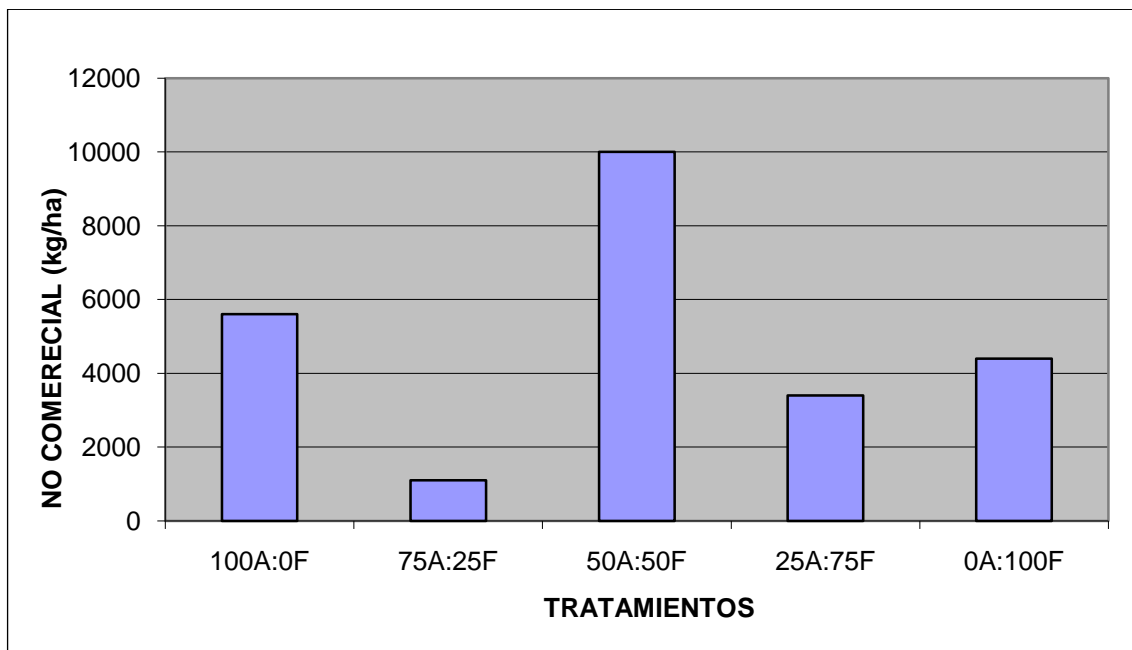


Figura 1. Lechuga no comercial (kg/ha) fertilizados con diferentes relaciones de abono orgánico (A) y fertilizante sintético (F).

Rendimientos económicos: Cuando se compararon los gastos relativos de fertilizante de cada tratamiento con los ingresos producidos por cada uno, referentes a las prácticas comunes del cultivo, se encontraron diferencias. El tratamiento 100% fertilizante sintético fue tomado como tratamiento testigo y presentó rendimientos de 28,300 kg/ha y un ingreso relativo de 10,858 \$/ha, los cuales fueron muy buenos, a comparación de los

demás tratamientos, pero el tratamiento de 75%A:25%F obtuvo los mayores rendimientos en ingresos, con: 37,200 kg/ha y 11,764 \$/ha.

Producir orgánicamente cuesta más que producir convencionalmente. El abono orgánico que tiene un contenido de humedad y la disponibilidad reducida que un compost tiene en el suelo, hace que el abono orgánico deba aplicarse de manera abundante en el suelo para suplir los requerimientos. Aunque un kilo de abono orgánico sea más económico que cualquier otro abono inorgánico, el hecho de tener que comprar en volumen por su análisis bajo (1.5-1.0-1.0) hace que los costos de producción se incrementen (Anexo 3), por esta razón se dan valores negativos en la mayoría de tratamientos y en el tratamiento de mejores rendimientos se obtuvo una ganancia de 906 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de costos e ingresos relativos a las fuentes de fertilizantes por hectárea en comparación con el tratamiento testigo (0%A:100%F), en Machachi, Ecuador.

Tratamiento	Costo fertilizante (\$/ha)	Ingreso Bruto		Ingreso relativo (\$/ha) Ω	Ingreso relativo al testigo (\$/ha)
		Comercial (kg/ha)	Valor relativo \S		
100%A:0%F	4,000	25,500	10,200	6,200	-4,658
75%A:25%F	3,116	37,200	14,880	11,764	906
50%A:50%F	2,231	22,200	8,880	6,649	-4,209
25%A:75%F	1,347	27,700	11,080	9,733	-1,125
0%A:100%F	462	28,300	11,320	10,858	

\S = USD \$ 0.40 por kg de lechuga

Ω = ingreso relativo: valor relativo – costo de fertilizante

Bajo este análisis no se está cuantificando todas las bondades que el abono provee al suelo como retención de humedad, mejora de CIC y retención de nutrientes, supresión de patógenos. Tradicionalmente, esas bondades han sido difíciles de cuantificar, pero son reales. También podría volverse más factible el uso de abono orgánico con alzas continuas de precios de fertilizantes sintéticos que fluctúan con el precio del petróleo. El precio por kilogramo de abono es de USD \$0.05 y \$25 por metro cúbico que es un costo normal de abono en el mercado.

Cuando se evaluó la sensibilidad del abono a subir o disminuir su precio en cinco dólares por metro cúbico, tomando en cuenta un rendimiento promedio para los tratamientos y su respectivo ingreso relativo promedio de USD \$11,272, se observó que el cultivo no paga el uso del abono ni aun costando USD \$10 por metro cúbico, se recomienda para este uso de abonos sean producidos en fincas las cuales van a usarlas, ya que así sus costos del uso del abono se anularían y se obtendrían mayores ingresos y rendimientos. Otra recomendación sería en el manejo del abono de la empresa, el cual pueden mejorar en el manejo de la pila para que sus nutrientes no se lixivien tanto por las lluvias, se puede reincorporar los lixiviados de las pilas en estas, o incorporar el uso de techos.

No se está cuantificando todas las bondades del abono que hace en el suelo, se deja de lado la residualidad que deja, ya que el abono es 50% disponible y para a siguiente siembra está la otra parte, es decir que en una proyección a futuro mejoramos el suelo y reducimos las posteriores fertilizaciones.

Cuadro 4. Sensibilidad del abono si se aumenta o disminuye el precio, ingreso neto relativo al testigo (0%A:100%F).

Tratamientos		Costo del abono y fertilización						
		Precios de abono (\$/m ³)						
		40	35	30	25	20	15	10
100A:0F	CF§	6,400	5,600	4,800	4,000	3,200	2,400	1,600
	INR	4,872	5,672	6,472	7,272	8,072	8,872	9,672
	IRT	-5,938	-5,138	-4,338	-3,538	-2,738	-1,938	-1,138
75A:25F	CF	4,916	4,316	3,716	3,116	2,516	1,916	1,316
	INR	6,356	6,956	7,556	8,156	8,756	9,356	9,956
	IRT	-4,454	-3,854	-3,254	-2,654	-2,054	-1,454	-854
50A:50F	CF	3,431	3,031	2,631	2,231	1,831	1,431	1,031
	INR	7,841	8,241	8,641	9,041	9,441	9,841	10,241
	IRT	-2,969	-2,569	-2,169	-1,769	-1,369	-969	-569
25A:75F	CF	1,947	1,747	1,547	1,347	1,147	947	747
	INR	9,325	9,525	9,725	9,925	10,125	10,325	10,525
	IRT	-1,485	-1,285	-1,085	-885	-685	-485	-285
0A:100F	CF	462	462	462	462	462	462	462
	INR	10,810	10,810	10,810	10,810	10,810	10,810	10,810
	IRT							

§= CF: costo de fertilización; INR: ingreso neto relativo; IRT: ingreso relativo al testigo.
Para el INR, se tomó como ingreso un promedio de los rendimientos = 11,272

4. CONCLUSIONES

- El uso de abono en todos sus porcentajes en este estudio produjo rendimientos y cabezas de lechuga cresa comerciales comparables con el fertilizante sintético.
- Fertilizando con una relación de 75% abono y 25% fertilizante resultó en rendimientos más altos principalmente a causa de pesos unitarios más grandes y pocas cabezas no comerciales, mientras que la relación de 50% abono y 50% fertilizante tuvo un menor rendimiento principalmente a causa de un alto porcentaje de rechazo.
- Los ingresos obtenidos fueron altos siendo el menor de 22,200 (kg/ha) a pesar de los tratamientos con diferentes relaciones. Los tratamientos con más abono eran los tratamientos más costosos y por lo tanto, los que menos ingresos aportaron a pesar de sus rendimientos, mientras que los tratamientos con menos abono orgánico obtuvieron mejores ingresos por sus costos bajos de fertilización.

5. RECOMENDACIONES

- Reducir los costos del abono para obtener mayores ingresos por hectárea.
- Ser más eficientes en la producción de abono orgánico, reduciendo pérdidas por lixiviados en su proceso y disminuir costos de producción para que por consiguiente disminuyan precios de venta.
- Evaluar el tratamiento de 50% abono orgánico y 50% abono inorgánico para poder obtener las respuestas del porqué se perdió más en este tratamiento en el momento de la clasificación a lechuga comercial.
- Estudiar con diferentes dosis de abono orgánico para medir la eficiencia si hay una disminución o un aumento en el mismo.
- Evaluar el uso único de abono orgánico a diferentes dosis para determinar cuál es el mejor en rendimiento y en ingresos.

6. LITERATURA CITADA

Bongcam, E. 2003. Guía para compostaje y manejo de suelos. Bogotá, Colombia, Convenio Andrés Bello. 31 p.

Davis, R., K. Subbarao., R. Raid y E. Kurtz. 1997. Plagas y enfermedades de la lechuga. California, Estados Unidos, American Phytopathological Society. 79 p.

Finck, A. 1988. Fertilizantes y fertilización. Trad. Valentín Fernández y Ma. Teresa Fernández. Barcelona, España, Reverte. 439 p.

Giaconi, V. 1994. Cultivo de Hortalizas. Santiago de Chile, Chile, Editorial Universitaria. 334 p.

Gómez, J. 2007. Producción de abonos orgánicos de Buena calidad. Bogotá, Colombia, Produmedios. 28 p.

Orton. B. 1957. Curso Internacional de Horticultura y Agronomía. “Cultivos de Consumo Popular”. La Habana, Cuba. 149 p.

Lot, H. 2005. Enfermedades de las lechugas. Madrid, España, Mundi Prensa. 375 p.

Reestrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares: experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, Costa Rica, Agroamérica. 155 p.

Stofella, P y B. Kahn. 2001. Compost utilization in horticultural cropping systems. Estados Unidos, CRC Press LLC. 414 p.

Vallejo, F y E. Estrada. 2004. Producción de Hortalizas de clima cálido. Cali, Colombia, Imágenes gráficas S.A. 341 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Análisis del abono BSA 1.0.

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.											
Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com											COMPOST
Datos del Cliente						Referencia					
Cliente : GALLO MANUEL ING. Propiedad: GALLO MANUEL ING. Cultivo : COMPOST Ingreso : 29/05/09 Ensayo: 01/06/09 No. Lab : Desde: 2343 Hasta : 2343						No. Doc: 39265 Emisión: 05/06/09 Impreso: 16/07/09 Página: 1 de 1					
Nombre: M 1 No. Lab.: 2,343											
N %	NO3 ppm	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	Na %	S ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm
1.50	304.60	1.03	1.03	9.45	0.01	0.03	1524.70	224.00	24.000	1689.00	265.00
B ppm	M.O. %	C %		C.E. mmho	C/N	pH					
7.58	36.47	21.15		16.14	8.88	7.30					

Anexo 2. Dosis de fertilizante aplicado para cada tratamiento (kg/ha)

Tratamiento	semana 3 (15%)			semana 4 (25%)			semana 5 (25%)			semana 6 (20%)			semana 7 (15%)		
	46-0-0	18-46-0	0-0-60	46-0-0	18-46-0	0-0-60	46-0-0	18-46-0	0-0-60	46-0-0	18-46-0	0-0-60	46-0-0	18-46-0	0-0-60
A:F	46-0-0	18-46-0	0-0-60	46-0-0	18-46-0	0-0-60	46-0-0	18-46-0	0-0-60	46-0-0	18-46-0	0-0-60	46-0-0	18-46-0	0-0-60
100:0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75:25	9.03	8.15	6.25	15.06	13.58	10.42	15.06	13.58	10.42	12.05	10.87	8.34	9.03	8.15	6.25
50:50	18.07	16.3	12.5	30.12	27.17	20.83	30.12	27.17	20.83	24.1	21.74	16.67	18.07	16.3	12.5
25:75	27.11	24.45	18.75	45.19	40.75	31.25	45.19	40.75	31.25	36.15	32.61	25	27.11	24.45	18.75
0:100	36.15	32.6	25	60.25	54.34	41.66	60.25	54.34	41.66	48.2	43.49	33.34	36.15	32.6	25

Anexo 3. Cuadro de costos de abono orgánico y abono inorgánico.

Tratamiento	Abono	Fertilizante			\$				
		46-0-0	18-46-0	0-0-60	Costo abono	Costo fertilizante	Costo total		
100A:0S	80,000	0.00	0.00	0.00	4,000	0.00	0.00	0.00	4,000
75A:25S	60,000	60.25	54.25	41.75	3,000	38.56	47.74	29.23	3,116
50A:50S	40,000	120.50	108.50	83.50	2,000	77.12	95.48	58.45	2,231
25A:75S	20,000	180.75	162.75	125.25	1,000	115.68	143.22	87.68	1,347
0A:100S	0	241.00	217.00	167.00	0	154.24	190.96	116.90	462

Costos unitarios (\$/kg): abono = 0.05; 46-0-0= 0.64; 18-46-0= 0.88; 0-0-60= 0.70.

Para el abono se calcularon los montos a base de un análisis de 1.50-1.03-1.03, una humedad de 75% y una disponibilidad de 50%. Precios actualizados a enero 2011.

Anexo 4. Randomización de las parcelas de lechuga con diferentes mezclas de abono orgánico (A) y fertilizante (F) en campo. Machachi, Ecuador

PARCELAS			
A:F 100:0 36 Kg(A) R1	A:F 75:25 27 Kg(A) R2	A:F 50:50 18 Kg(A) R3	A:F 25:75 9 Kg(A) R4
A:F 0:100 0 Kg(A) R1	A:F 25:75 9 Kg(A) R2	A:F 0:100 0 Kg(A) R3	A:F 50:50 18 Kg(A) R4
A:F 50:50 18 Kg(A) R1	A:F 50:50 18 Kg(A) R2	A:F 25:75 9 Kg(A) R3	A:F 100:0 36 Kg(A) R4
A:F 25:75 9 Kg(A) R1	A:F 0:100 0 Kg(A) R2	A:F 75:25 27 Kg(A) R3	A:F 75:25 27 Kg(A) R4
A:F 75:25 27 Kg(A) R1	A:F 100:0 36 Kg(A) R2	A:F 100:0 36 Kg(A) R3	A:F 0:100 0 Kg(A) R4