

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“DOSIS Y MOMENTOS DE APLICACIÓN DE TRES
BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.) VARIEDAD ‘CAPIRONA’, BAJO RIEGO
EN TINGO MARÍA”**

TESIS

Para Optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Narciso Vásquez Del Castillo

PROMOCIÓN II - 98

"Integración de Líderes Unasinos con Visión Empresarial"

TINGO MARÍA - PERÚ

2001

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

Narciso Vásquez Pinedo y Rogelia Del
Castillo de Vásquez; ejemplo de amor,
trabajo, humildad y sencillez.

A mis hermanos:

Rosa, Giovanna, Jimmy, Saúl y
Hugo.

A mis tíos y tías:

“Gracias por ayudarme a alcanzar un
nuevo y mejor horizonte”

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía, que contribuyeron en mi formación profesional.

Al Ing. Jorge Cerón Chávez, patrocinador, por su orientación y consejos en la conducción del presente trabajo.

A los miembros del jurado Ing. M. Sc. Wilfredo Zavala Solórzano, Ing. Carlos Miranda Armas e Ing. Jaime Chávez Matías, por su valiosa colaboración en la mejora y culminación del presente trabajo

Al Ing. Ronel Hidalgo Huertas, co-patrocinador, por su valiosa colaboración en la culminación del presente trabajo.

A la Empresa INDAGRO S.A, por el financiamiento en parte del presente trabajo

A la ONG INCOMAB, por el apoyo en la fase de redacción del presente trabajo

A mis amigos, Alejandro Vásquez L, Juan M. Ccoycca F, Joel Guerrero C, Joel Chávez Y, Oswaldo Ramírez F, Abelardo Juep B, Ciro Ruiz A, Seyer Estrella C, Elías Coronel A, Sabino Choquehuanca F, José Núñez A, Luis Tarazona V, compañeros que me brindaron su apoyo incondicional.

A todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido en la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1. Fases de desarrollo del cultivo de arroz	12
2.2. Etapas de desarrollo del cultivo de arroz	12
2.3. Efectos biológicos y mecanismos de acción de las sustancias de crecimiento en las plantas	15
2.4. Influencia del nitrógeno y los ácidos húmicos sobre el metabolismo de las plantas	18
2.5. Propiedades y actividades de las algas marinas	23
2.6. Características de los bioestimulantes en estudio	27
2.7. Descripción del arroz variedad "Capirona"	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. Campo experimental	32
3.2. Análisis físico-químico del suelo	33
3.3. Registros meteorológicos	34
3.4. Componentes en estudio	35
3.5. Tratamientos en estudio	35
3.6. Diseño experimental	36

3.7. Esquema del análisis de variancia	38
3.8. Disposición experimental	38
3.9. Características evaluadas y metodología	40
3.10 Ejecución del experimento	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1 Rendimiento en cáscara y componentes	48
4.1.1. Rendimiento	48
4.1.2. Componentes del rendimiento	54
4.2 Otras medidas biométricas	69
4.2.1. Altura de planta	69
4.3 Análisis de rentabilidad económica	72
V. CONCLUSIONES	74
VI. RECOMENDACIONES	76
VII. RESUMEN	77
VIII. BIBLIOGRAFÍA	79
IX. ANEXO	81

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Pág.
1. Análisis químico del Biogen 1 y Biogen 2	28
2. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental	33
3. Datos meteorológicos observados en la zona de Tingo María en los meses de mayo – octubre de 1999	34
4. Descripción de los tratamientos	36
5. Análisis de variancia para los tratamientos en comparación	38
6. Primera aplicación al inicio de macollaje (a los 18 días del transplante)	45
7. Segunda aplicación al “embuchamiento” (a los 55 días del transplante)	46
8. Resumen del ANVA para el rendimiento (kg/ha) y componentes del rendimiento	49
9. Comparación de promedios para efectos simples de la interacción; bioestimulantes por momentos de aplicación en el rendimiento de arroz en cáscara	50
10. Comparación de promedios para el efecto principal; dosis de aplicación en el rendimiento de arroz en cáscara	50
11. Comparación de promedios para efectos simples de la interacción; bioestimulantes por momentos de aplicación en el número de panículas/m ²	55

12. Comparación de promedios para el efecto principal; dosis de aplicación en el número de panículas/m ²	55
13. Comparación de promedios para los efectos principales; dosis y momentos de aplicación en el número de macollos/m ²	59
14. Comparación de promedios para la triple interacción; bioestimulante, dosis de aplicación y momentos de aplicación en el número de espiguillas/panícula	62
15. Comparación de promedios para el efecto principal; dosis de aplicación en el porcentaje de espiguillas llenas/panícula	65
16. Comparación de promedios para los efectos principales; dosis y momentos de aplicación en el peso de 1000 granos	67
17. Comparación de promedios para los efectos principales; dosis y momentos de aplicación en la altura de planta	70
18. Análisis económico de los tratamientos en estudio	73
19. Rendimiento en kg/parcela neta (7.2 m ²) de arroz en cáscara a 14% de humedad	82
20. Rendimiento en kg/ha de arroz en cáscara a 14% de humedad	83
21. Número de panículas/m ²	84
22. Análisis de variancia para el efecto simple; bioestimulante por momentos de aplicación en el rendimiento (kg/ha) de arroz en cáscara	85
23. Análisis de variancia para el efecto simple; bioestimulante por momentos de aplicación en el número de panículas/m ²	85

24. Número de macollos/m ²	86
25. Número de espiguillas/panícula	87
26. Análisis de variancia de la interacción; bioestimulante por dosis y momentos de aplicación para el número de espiguillas/panícula	88
27. Espiguillas llenas/panícula (%)	89
28. Peso de 1000 granos (g) de arroz en cáscara	90
29. Análisis de variancia de la altura de planta (cm)	91
30. Altura de planta (cm)	91
31. Extracción de elementos por cosecha de arroz en kg/ha	92
32. Porcentaje de utilización para diferentes nutrientes	92
33. Costo de producción del experimento	93

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
1. Efecto de la interacción entre el tipo de bioestimulante y momentos de aplicación en el rendimiento de arroz en cáscara	51
2. Efecto de la dosis de aplicación en el rendimiento de arroz en cáscara	51
3. Efecto interactivo entre el tipo de bioestimulante por momentos de aplicación en el número de panículas/m ²	56
4. Efecto de la dosis de aplicación en el número de panículas/m ²	56
5. Efecto de la dosis de aplicación en el número de macollos/m ²	59
6. Efecto de los momentos de aplicación en el número de macollos/m ²	60
7. Efecto interactivo; bioestimulantes por dosis y momentos de aplicación en el número de espiguillas/panícula	63
8. Efecto de la dosis de aplicación en el porcentaje de espiguillas llenas/panícula	65
9. Efecto de la dosis de aplicación en el peso de 1000 granos	68
10. Efecto de los momentos de aplicación en el peso de 1000 granos	68
11. Efecto de la dosis de aplicación en la altura de planta	71
12. Efecto de los momentos de aplicación en la altura de planta	71

I. INTRODUCCIÓN.

El arroz (*Oryza sativa* L.), es un cultivo con mayor extensión y de importancia económica, es base de la dieta alimenticia del hombre. Su importancia en la agricultura, justifica el esfuerzo prioritario de los países por aumentar su rendimiento. El rendimiento en la costa peruana es alto, en promedio de 7.3 t/ha. En los valles arroceros del sur (Camaná, Majes, etc.), se han llegado a registrar hasta 15 t/ha. En selva alta bordea las 5.5 t/ha, sin embargo en San Martín se han registrado rendimientos superiores a las 9.0 t/ha, siendo la variedad "Capirona" de alto potencial productivo, buena apariencia y calidad de grano. El bajo rendimiento en selva alta posiblemente se debe entre otros problemas a factores metabólicos de la planta que impide manifestar su alta productividad.

La utilización de bioestimulantes, en la agricultura complementan, estimulan e incrementan la capacidad de asimilación de la planta, logran una total integración y coordinación del crecimiento y diferenciación. Su influencia puede extenderse a todas las fases de desarrollo de la planta como un todo. La naturaleza estrictamente orgánica de los bioestimulantes es de mucha importancia para lograr productos sanos y de calidad; su aplicación en dosis adecuada y oportuna puede mejorar la productividad del cultivo de arroz como lo han hecho en otros cultivos. En tanto para lograr el máximo en los rendimientos y en las ganancias en variedades comerciales, se debe investigar el uso de bioestimulantes en el cultivo. Por consiguiente teniendo en cuenta dichos criterios y la baja productividad del arroz en el Alto Huallaga, se formula el presente trabajo con los objetivos siguientes:

1. Determinar el bioestimulante, la dosis apropiada y el momento oportuno de aplicación que incremente el rendimiento del cultivo de arroz variedad “Capirona”.
2. Evaluar la rentabilidad del cultivo de arroz con uso de bioestimulantes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 FASES DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE ARROZ

GARCÍA (1999), indica que el crecimiento del cultivo de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende, un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano. Este crecimiento muestra un patrón común en el tiempo, que puede variar ligeramente dependiendo de características genéticas de la planta o la influencia del ambiente. El ciclo de vida del arroz esta generalmente comprendido en un rango de 100 a 210 días, con la moda entre 110 y 150 días. Variedades con ciclos de 150 a 210 días son usualmente sensibles al fotoperiodo. El crecimiento de la planta de arroz puede ser dividido en tres fases:

Fase vegetativa	: De la germinación de la semilla a la iniciación de la panoja
Fase reproductiva	: De la iniciación de la panoja a la floración
Fase de maduración	: De la floración a la madurez total

2.2 ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE ARROZ

GARCÍA (1999), indica que las etapas de desarrollo de la planta son fácilmente identificables, marcan cambios fisiológicos y morfológicos de gran importancia en la vida de la planta.

Etapa 0. Germinación a emergencia. De la siembra a la aparición de la hoja a través del coleóptilo. Cuando la siembra se efectúa en suelo seco, el proceso de germinación se dilata en función de la humedad y profundidad de siembra, que puede demorar entre 5 y 10 días.

Etapa 1. Plántula. Desde la emergencia hasta antes de aparecer el primer macollo. Durante esta etapa cuatro hojas emergen totalmente y la primera hoja muere al día doceavo, en los semilleros para el transplante el macollamiento se inhibe debido a la alta densidad.

Etapa 2. Macollamiento. De la aparición del primer hijo hasta cuando la planta alcanza el máximo número de ellos o hasta el comienzo del siguiente estado. El macollamiento es el estado más largo y tarda de 45 a 50 días para variedades tempranas (105 días), aun puede ser mayor en variedades fotosensitivas.

Etapa 3. Elongación del tallo. Desde el momento que el cuarto entrenudo del tallo principal por debajo de la inflorescencia, comienza a hacerse notable en longitud hasta cuando está totalmente elongado. Esta elongación coincide con el desarrollo de la inflorescencia y ocurre en el cuarto entrenudo debajo de la panoja, los demás entrenudos debajo del cuarto nunca se elongan en arrozcs fotosensitivos y tempranos.

Etapa 4. Iniciación de la panoja. La diferenciación del meristema en el punto de crecimiento inicia el primordio de la panoja y marca el final de la fase vegetativa y el comienzo de la fase reproductiva. Durante el periodo entre la diferenciación del nudo del cuello y de los primordios de las espiguillas se determina el número potencial de granos localizados en la panoja. En este momento es cuando el rendimiento se afecta más severamente por condiciones adversas.

Etapa 5. Desarrollo de la panoja. Desde cuando la panoja diferenciada es visible hasta cuando la punta de ella esta justo debajo del cuello de la hoja bandera. En esta etapa del primordio se diferencian las espiguillas, las cuales forman con el raquis la inflorescencia que crece dentro de la vaina de la hoja bandera causando un abultamiento llamado “embuchamiento”. Esta etapa es muy crítica debido a que durante la diferenciación de las espiguillas el número total de granos por panícula es determinado.

Etapa 6. Floración. La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la etapa de la floración y es seguido por la antesis de las flores en el tercio superior de la panícula, esto es notado por la salida de las anteras de aparición blanquecina. El arroz transplantado tarda hasta 10 días para completar la floración y fertilización de todas las espiguillas en un sitio, mientras que en el arroz de siembra directa y densa, se desarrollan tan solo 1 a 2 tallos por planta y la floración es muy uniforme.

Etapa 7. Etapa lechosa. Después de la fertilización de las flores, los carbohidratos almacenados son traslocados rápidamente de los tallos y otras partes de la planta, muchas más son fotosintetizados y se mueven rápidamente para llenar el grano con un líquido.

Etapa 8. Etapa pastosa. La consistencia del grano cambia primero a pastosa y luego se endurece en cerca de quince días; el color cambia a verdoso amarillento. La panícula dobla su punta en arco de 180°. La hoja se marchita y solo dos permanecen en cada macollo. La planta alcanza su máximo peso en materia seca y alrededor de la mitad de ésta se encuentra en el grano final de esta etapa.

Etapa 9. Etapa de maduración. A los 30 días después de la floración, los granos alcanzan el estado de madurez en el trópico cálido; en áreas más frescas el proceso se retarda con ganancia en el llenado y peso de los granos. La planta entera está fisiológicamente madura cuando el 90% de los granos han madurado y muestran un color amarillo pajizo.

2.3 EFECTOS BIOLÓGICOS Y MECANISMOS DE ACCIÓN DE LAS SUSTANCIAS DE CRECIMIENTO EN LAS PLANTAS.

2.3.1 Auxinas.

WEABER (1976), menciona que las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de células de tallos y coleoptilos, las auxinas también estimulan la división celular por ejemplo; frecuentemente fomentan el desarrollo

de los callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces. Las auxinas son muy efectivas en iniciar la formación de raíces en muchas especies vegetales, ésta respuesta fue base de la primera aplicación práctica en la agricultura, de sustancias de crecimiento. Las auxinas pueden iniciar la floración (por ejemplo en la piña) e inducir el amarre de frutos y su desarrollo en algunas especies, las auxinas hacen aumentar con frecuencia el amarre de frutos sobre todo en especie con frutos de semilla, como son los pimientos y las cucurbitáceas. LIEBIG, citado por INDAGRO (1999), llevó a cabo experimentos sobre efectos de las auxinas en las materias orgánicas de los suelos, en un experimento descubrió que el N.A.A (ácido α -naftalenacético), a razón de 28 kg/ha mataba las plantas de mostaza (*Brassica arvensis*), sin influir daño alguno en la avena, que en general los cereales no eran sensibles a las auxinas, pero que las plantas de hoja ancha, las dicotiledones, tenían sensibilidad muy elevada.

2.3.2 Giberelinas.

LIEBIG, citado por INDAGRO (1999), observó que la aplicación de giberelinas incrementa notablemente la longitud del tallo de la planta de chicharos enanos, que alcanzan un nivel normal de crecimiento, también demostró que ciertos mutantes enanos de maíz alcanzan una altura normal después de aplicarles giberelinas. Además demostró que la GA₃ fomenta la floración de *Hyoscyamus* una planta que requiere noches largas para florecer, aun cuando se le cultive durante un

fotoperiodo no inductivo, además las giberelinas afectan el amarre y desarrollo de muchas de frutos de muchas especies.

WEABER (1976), indica que el efecto más sorprendente es de asperjar plantas con giberelinas es la estimulación del crecimiento. Los tallos de las plantas asperjadas se vuelven generalmente mucho más largo que lo normal, se estimula el crecimiento en los internodios individuales, mientras el número de internodios permanece sin cambios. Con frecuencia se asocia la palidez temporal de las hojas de muchas plantas tratadas, con el aumento de la superficie de las mismas; sin embargo el color verde normal vuelve al cabo de unos diez días.

LIRA (1994), menciona que las giberelinas pueden provocar la floración en muchas especies que requieren temperaturas frías. La aplicación a los tallos produce un incremento pronunciado de la división celular en el meristemo subapical y provoca el crecimiento rápido de muchas plantas arrosadas. Ese veloz crecimiento es resultado tanto del número mayor de células formadas como el aumento en expansión de las células individuales.

2.3.3 Citocininas.

WEABER (1976), menciona que los efectos de las citocininas son provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados.

Además de fomentar la división celular, las citocininas influyen en la diferenciación de los cultivos. Interactúan con las auxinas para mostrar expresiones diferentes de crecimiento, el modo en que cualquier cambio del equilibrio entre citocininas y auxinas, pueden afectar las expresiones del crecimiento. Las citocininas provocan también la elongación de segmentos de tallos etiolados. Estas respuestas se deben en gran parte a la expansión celular, además tienen una acción de dominancia apical que es opuesta a la de las auxinas. Las plantas tratadas desarrollan los brotes laterales quedando anclada la inhibición producida por el brote central, finalmente también provocan la germinación de semillas eliminando los mecanismos de latencia.

2.4 INFLUENCIA DEL NITRÓGENO Y LOS ÁCIDOS HÚMICOS SOBRE EL METABOLISMO DE LAS PLANTAS.

FLAIG, citado por INDAGRO (1999), comenta que el ácido húmico es consumido directa e indirectamente por las plantas, posee un efecto favorable en el aumento de la permeabilidad de las membranas celulares, en el metabolismo energético, aumento de los ácidos nucleicos, la síntesis proteica, en el suelo influye mejorando la estabilidad de la estructura dando coloración oscura al suelo, mejorando el CIC, efecto tampón y acción sobre los patógenos del suelo. Existen varias investigaciones donde se concluye que el ácido húmico tiene un efecto

benéfico en el crecimiento de un amplio rango de microorganismos del suelo como; algas, bacterias, hongos, levaduras, diatomeas y dinoflagelos, además existen otros tipos de efectos como mayor esporulación en actinomiceto y aumento de clorofila en algas.

KONONOVA, citado por INDAGRO (1999), menciona que en los tejidos de raíces de tomate cultivado en un medio de nutrientes, el ácido húmico fue marginalmente más efectivo que el ácido fúlvico en el aumento del crecimiento, sin embargo pareciera que estas dos fracciones influyen en diferentes aspectos del crecimiento, mientras que el ácido húmico realiza la elongación celular a una magnitud mayor que la división celular, el ácido fúlvico posee el efecto opuesto.

AZEVEDO (1973), especuló que el ácido húmico forma complejos con varios cationes y de este modo influyen en el crecimiento de las plantas indirectamente más que por el efecto directo. En apoyo a esto NOPAMORNBODI, citado por INDAGRO (1999), demostró que el *Zea mays* L, cultivado en una solución de nutrientes compuesto de altas concentraciones, presenta signos de toxicidad, tales como acortamiento de los internudos y un amarillamiento de las hojas, síntomas que estuvieron ausentes en la presencia de ácido húmico.

De igual forma NOPAMORNBODI, citado por INDAGRO (1999), comenta que la respuesta a las sustancias húmicas también depende de la edad de la planta, además relata que la papa, remolacha azucarera y tomate fueron más sensibles al ácido húmico, mientras que la calabaza y el algodón dieron respuestas discretas.

DEVLIN (1980), menciona que las plantas pueden utilizar también nitrógeno orgánico, además de nitrógeno inorgánico, gran parte del nitrógeno del suelo se encuentra en forma orgánica, básicamente en forma de proteínas. La degradación de proteínas libera aminoácidos libres que a su vez son oxidados dejando libre su nitrógeno en forma de amoníaco que normalmente es oxidado hasta el nivel del nitrato antes de ser absorbido por la planta, o bien dichos aminoácidos pueden ser empleados directamente por el vegetal. La asimilación de los aminoácidos por las plantas ha sido poco estudiada, sin embargo se ha dedicado un buen esfuerzo a la asimilación de aminoácidos por los tejidos vegetales cultivados en cultivo aséptico.

Los primeros trabajos de WITHE, citado por INDAGRO (1999) demostraron que ciertos aminoácidos pueden actuar como fuente de nitrógeno para el crecimiento de raíces de tomatara separadas de la planta.

ORLOV (1985), demostró que las sustancias húmicas pueden bajo ciertas condiciones estimular el crecimiento de las plantas. La literatura muestra que las

sustancias húmicas pueden ser aplicados a la planta por varias vías. Cuando son aplicadas a las hojas de *Begonia semperflorens*, las sustancias aumentan los pesos frescos de los tallos y raíces tratados con respecto a los testigos.

Además ORLOV (1985), que la respuesta de *Begonia semperflorens* al ácido fúlvico fue mayor que su respuesta al ácido húmico. Cuando se aplica en bajas concentraciones como aspersiones foliares bajo condiciones de campo, el ácido húmico aumenta la producción en peso seco de maíz y efectos similares favorables han sido presentados por muchos otros cultivos. Además menciona que existe un efecto favorable de las sustancias húmicas en el consumo de nutrientes y en el contenido de éstos en las plantas, tales como, nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, sodio y cobre.

PERDUE (1985), establece que las sustancias húmicas pueden influir el consumo de iones en las raíces activa y pasivamente, y al mismo tiempo estas sustancias pueden ser absorbidos por las superficies celulares. Estas observaciones conducen a muchos investigadores a proponer que los componentes húmicos poseen un efecto en la nutrición vegetal a nivel de la membrana celular. Otros trabajos han concluido que las sustancias húmicas aumentan la permeabilidad de las membranas de las plantas por lo cual mejoran la absorción de nutrientes a nivel radicular como foliar, por ejemplo; se ha registrado que a un pH 7.0, el ácido húmico puede incrementar la permeabilidad a la urea de parte de las células

subepidermicas de *Gentiana Rochelli* y células subepidermicas de *Majanthenum bifolium*. En contraste, el ácido fúlvico disminuye la permeabilidad a la glucosa a nivel de células superficiales de raíces de *Pysum sativum*. Además concluyo que un aumento en el peso seco de las hojas de *Begonia semperflorens* con ácido húmico se debió a un efecto en el contenido de clorofila, y por consiguiente una asimilación fotosintética mayor. Pero la producción de más clorofila no significa necesariamente un aumento en el rendimiento de las plantas además el ácido húmico influye en el desarrollo de la fosforilasa en las plantas de trigo durante el crecimiento en un cultivo de arena, la naturaleza del efecto dependía de la concentración de las sustancias húmicas, además influye en el desarrollo de las enzimas de las plantas superiores, por ejemplo, catalasa o difenoloxidasa y citocromo en los tomates; peroxidasa y catalaza en maíz e invertasa y peroxidasa en la remolacha, se ha visto en algunos ensayos que el ácido húmico aumenta la síntesis de proteína de paredes celulares en los trozos de beterraga durante su envejecimiento, pero no se han hecho mediciones sobre cambios estructurales en los componentes de estas paredes.

TINARELLI (1989), menciona que un óptimo contenido de nitrógeno de la planta desde la fase de máximo ahijamiento hasta la formación de la panícula, asegura la adecuada densidad de panículas fértiles. El número de espículas por panícula esta estrecha y positivamente correlacionado con el contenido en nitrógeno de la hoja "bandera".

RAMÍREZ (1995), determinó que la aplicación de soluciones de ácido húmico directamente al suelo bajo condiciones de invernadero también pueden aumentar los rendimientos de materia seca en el cultivo de caña de azúcar además en otros cultivos tales como *Triticum vulgare*, *Trifolium alexadrinum* y *Ssesbonia aculeata*. De modo similar, la adición de ácido fúlvico al suelo aumentó el crecimiento de alfalfa. El valor práctico de las aplicaciones a gran escala de sustancias húmicas solubles al suelo ha sido cuestionado debido a su corta actividad. No obstante, se ha comprobado que la aplicación al suelo de leonardita finamente molida proporciona una actividad prolongada en el suelo, obteniéndose aumentos superiores al 40% en el peso de la zafra de caña de azúcar, además de aumentos superiores al 20% en grados brix.

2.5 PROPIEDADES Y ACTIVIDADES DE LAS ALGAS MARINAS *(Ascophyllum nodosum).*

BLUNDEN, citado por INDAGRO (1999), concluyó que cuando se aplicaba el extracto de *A. nodosum* en las dosis recomendadas, se obtenían efectos positivos en el rendimiento. En el caso de lechuga la aplicación del extracto causó una disminución significativa en el número de lechugas que no llegaron a formar el corazón, y un incremento significativo en el peso de la lechuga comercializable y en el diámetro promedio del corazón. Se han llevado a cabo muchos ensayos y experimentos en el pasado, y sus resultados demuestran que los extractos de algas son responsables del incremento en el rendimiento, calidad y vida de diferentes cultivos. Se detalla a continuación un análisis típico del contenido de *A. nodosum*.

Elemento	Cantidad	Elemento	Cantidad
Aluminio	20 - 100 ppm	Hierro	150 - 1000 ppm
Arsénico	< 3 ppm	Magnesio	0.5 - 1.0 %
Azufre	2.0 - 2.3 %	Manganeso	10 - 50 ppm
Bario	15 - 60 ppm	Mercurio	< 0.001 ppm
Berilio	< 1 ppm	Molibdeno	< 1 ppm
Boro	80 - 100 ppm	Níquel	1 - 5 ppm
Cadmio	< 1 ppm	Nitrógeno	0.6 - 2.0 ppm
Calcio	1.0 - 3.0 %	Plomo	< 1 ppm
Cloro	1.0 - 3.0 %	Potasio	2.0 - 3.0 %
Cromo	< 1 ppm	Selenio	3 - 4 ppm
Cobalto	1 - 10 ppm	Sodio	2.4 - 4.0 %
Estroncio	100 - 200 ppm	Titanio	3 - 6 ppm
Estaño	< 10 ppm	Vanadio	2 - 5 ppm
Fósforo	0.1 - 0.2 %	Yodo	< 1000 ppm

A continuación se de detalla el contenido típico de aminoácidos y vitaminas de *A. Nodosum*.

Aminoácido	Cantidad (*)	Aminoácido	Cantidad (*)
Acido aspártico	6.9	Luceina	4.6
Acido glutámico	10.0	Lisina	4.9
Alanina	5.3	Metionina	0.7
Argina	8.0	Prolina	2.6
Cistina	trazas	Serina	3.0
Fenilalanina	2.3	Treonina	2.8
Glisina	5.0	Triptófano	trazas
Histidina	1.3	Triosina	0.9
Isoleucina	2.8	Valina	3.7

* Expresado en gramos de nitrógeno de aminoácido por 100 g de nitrógeno proteico

Vitaminas	Cantidad	Vitaminas	Cantidad
Acido fólico	0.1 - 0.5 ppm	Tiamina	1 - 5 ppm
Acido folinico	0.1 - 0.5 ppm	Tocoferoles	150 - 300 ppm
Biotina	0.1 - 0.4 ppm	Vitamina B-12	< 0.004 ppm
Caroteno	30 - 60 ppm	Vitamina C	100 - 200 ppm
Niacina	10 - 30 ppm	Vitamina K	< 10.0 ppm
Rivoflamina	5 - 10 ppm		

SENN (1987), comenta que la utilización de algas marinas como fertilizantes viene desde la antigüedad. Con el desarrollo de los fertilizantes químicos a finales del siglo XIX, este tipo de fertilizante fue perdiendo popularidad. En años recientes cuando se comenzó a cuestionar los efectos adversos de la aplicación de muchas sustancias químicas al medio ambiente, se volvieron a considerar las fuentes naturales de nutrientes entre ellos las algas marinas, la composición química de las algas marinas depende esencialmente de las condiciones de su medio ambiente, la temperatura del agua y la cantidad de luz solar determinan en gran parte la especie de alga que crecerá en un determinado ambiente. El *Ascophyllum nodosum*, que se encuentra a lo largo de la costa de Noruega dispone de condiciones especialmente favorables para su crecimiento, estas aguas son ricas en minerales. Estas algas constituyen un verdadero almacén de nutrientes y bioestimulantes de crecimiento, conteniendo muchos reguladores de crecimiento naturales, como citocininas, auxinas, gibberelinas, además dichas algas

contienen los micronutrientes esenciales para el sano crecimiento y desarrollo de las plantas. Asimismo *A. nodosum* contiene un compuesto quelante conocido como manitos, el cual tiene la capacidad de transformar los micronutrientes en formas fácilmente asimilables por las plantas. Los principales promotores de crecimiento de plantas suministradas por *A. nodosun*, son las citocininas. Las citocininas presentes son la adenina y zeatina, además de contener micronutrientes, *A. nodosum*, facilita la asimilación de los micronutrientes ya presentes en el suelo, pero que generalmente no pueden ser absorbidos por los sistemas radiculares gracias a su excelente propiedad de quelación, además descubrió que las hojas de plantas de tomates contenían más manganeso de los que estaba contenido en las algas marinas propiamente dichas. La actividad de *A. nodosum*, en materia de estimulación de crecimiento ha sido objeto de amplias investigaciones desde la década de los años 1950, muchos de ellos realizados en la Universidad de Clemenson de Carolina del Sur donde por ejemplo se han encontrado muchos de los reguladores de crecimiento naturales como citocininas, auxinas, gibberalinas e indolacetico, reporta además que la habilidad de las citocininas para inducir en el crecimiento y desarrollo con brotes latentes y para estimular la división celular. En la Universidad de Hiroshima se reporta que la aplicación de algas marinas afecta significativamente la calidad de los tomates en términos de frutos mejora la apariencia y menos deformadas, la aplicación de algas marinas mejoró el proceso de maduración, además en un trabajo adicional se determinó que la aplicación de extractos de algas marinas contribuyen al incremento en los rendimientos de cosecha de batatas, cítricos, manzanas fresas, trébol y otros.

2.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOESTIMULANTES EN ESTUDIO

2.6.1 Biogen.

FARMAGRO (1999), relata que el Biogen es un bioestimulante netamente orgánico no hormonal obtenido biológicamente a partir de microorganismos y extractos orgánicos, contiene complejo de aminoácidos que intensifican la actividad de las enzimas, que influyen sobre la regulación del equilibrio bioquímico aumentando los procesos metabólicos y energéticos, activando la síntesis natural y balanceada de las fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas) útiles para el crecimiento de la planta y la mejor calidad y peso de los frutos, promoviendo el aumento en la capacidad de asimilación de macro y micronutrientes aplicado a los cultivos.

Los aminoácidos activados que contiene Biogen son promotores y reguladores a nivel celular de mensajes genéticos que automultiplican en el núcleo activando los genes que controlan la replicación de los complejos nitrogenados, fosfóricos, proteicos y vitamínicos para la obtención de proteínas, carbohidratos, grasas fibra y vitaminas dándole calidad a la cosecha. El programa Biogen es una estrategia que sigue el desarrollo del cultivo (curva de crecimiento), a través de sus distintas etapas. En la primera etapa de desarrollo la planta necesita un grupo de aminoácidos que promueve el mejor enraizamiento, brotamiento y floración esto los realiza Biogen 1, al estimular e incrementar la capacidad de asimilación en la planta, logrando una toma oportuna de los fertilizantes y abonos aplicados a ésta; por eso es necesario aplicarlo con abonos foliares adecuados.

En la segunda etapa de crecimiento rápido, los complejos aminoácidos están dirigidos a la formación y acumulación de compuestos en el fruto; esto estimula Biogen 2 el cual influye en la calidad de estos, al promover mayor transporte de nutrientes y elementos que influyen en la calidad de los frutos.

Biogen; Recomendaciones y usos.

FARMAGRO (1999), menciona que es necesario hacer dos aplicaciones Biogen 1, la primera de 15 a 20 días del trasplante o siembra, y la segunda de 10 a 15 días de la primera. La dosis es 250 ml/cilindro de 200 l en cultivo normales y 500 ml/cilindro de 200 l para cultivos estresados por efecto del medio ambiente, plagas, etc. Biogen 2, se debe aplicar en plena floración o inicio del cuajado de frutos. La dosis es 250 ml/cilindro de 200 l en cultivo normales y 500 ml/cilindro de 200 l para cultivos estresados por efecto del medio ambiente, plagas, etc. Siendo los cultivos como la fresa, tomate, ají, cereales, etc.

CUADRO 1. Análisis químico del Biogen 1 y Biogen 2

Elementos (%)	Biogen 1	Biogen 2
Nitrógeno	0.94	1.19
Fósforo	1.03	1.06
Potasio	0.85	0.81
Magnesio	2.35	2.30
Manganeso	0.37	0.35
Azufre	0.02	0.04
Fierro	0.68	0.83
Zinc	0.32	0.27
Cobre	0.05	0.05
Otros	5.89	7.30

2.6.2 Actigibb.

INDAGRO (1999), informa lo siguiente:

a. Nombre comercial.

Actigibb

b. Composición.

Ácidos húmicos.

Los ácidos húmicos contenidos en Actigibb provienen de depósitos de Leonardita en Dakota del Norte. No existen estudios de toxicidad de los ácidos húmicos, puesto que se trata en última instancia de la biodegradación final de sustancias vegetales.

Extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*)

El extracto de algas marinas es, por definición, de origen netamente botánico, conteniendo un conjunto de sustancias orgánicas, incluyendo por lo menos 30 minerales, tres carbohidratos importantes, cerca de 18 aminoácidos y una docena de vitaminas, además de trazas de fitohormonas.

c. Composición química del Actigibb

- Ácidos húmicos	46.00 g/l
- Extracto de algas marinas (auxinas, giberelinas y aminoácidos)	80.00 g/l
- Sustancias inertes	1.00 g/l

d. Análisis químico del Actigibb

- Nitrógeno total (%)	6.94
- pH	7.60
- Acido húmico (g/100 cm ³)	0.46
- Potasio (Expresado como K ₂ O)	3.32
- Hierro (mg/kg)	327.60
- Zinc (mg/kg)	284.60
- Cobre (mg/kg)	68.80
- Magnesio (mg/kg)	59.80
- Manganeso (mg/kg)	448.50
- Fósforo (Expresado como P ₂ O ₅)	9.52

e. Uso específico del Actigibb.

Cultivos	Dosis (l/ha)	Época de Aplicación.
Tomate	1.0	30 días después de la siembra, inicio de la floración y en fructificación.
Papa	1.0	30 días después de la siembra, inicio de la floración y 15 días después.
Zapallo	0.5	30 días después de la siembra y inicio de la floración y 15 días después.

2.7 DESCRIPCIÓN DEL ARROZ VARIEDAD “CAPIRONA”.

Fue lanzada como variedad el año 1995 por la Estación Experimental “El Porvenir” – Tarapoto para el valle del Huallaga Central y Bajo Mayo en condiciones de riego.

Origen	:	Colombia – CIAT
Cruce	:	TOX 1766/156 85/2644
Altura de planta	:	110-118 cm
Periodo vegetativo	:	140 días
Tipo de hoja de bandera	:	Erecta
Tamaño de hoja de bandera		
Largo	:	32.0 cm
Ancho	:	1.20 cm
Tumbado	:	Resistente
Longitud de panoja		
Media	:	25.0 cm
Tamaño de grano		
Largo	:	7.2 mm
Ancho	:	2.5 mm
Arista	:	Micro aristada
Resistencia al desgrane	:	Intermedia
Peso de 1000 granos	:	30.0 g
Rendimiento de Pila		
%G.E.	:	66.15
%G.A.	:	4.90
%Total	:	71.05
Transparente del arroz pilado	:	Sub – transparente
Zonas opacas	:	Mediana
Rendimiento experimental	:	7.5 – 9.5 t/ha
Resistencia a enfermedades	:	Susceptible a <i>Pyricularia grisea</i> Sac.
Adaptación	:	Para zonas de Alto Mayo, Bajo Mayo, y Huallaga Central

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CAMPO EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación.

El presente trabajo de investigación se ejecutó en los terrenos del Fundo N° 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situada a 1.5 km de la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco cuyas coordenadas geográficas son los siguientes: latitud: 09° 09' 09" sur, longitud: 75° 57' 00" oeste, altitud: 660 m. s. n. m.

3.1.2 Descripción del área experimental.

El terreno experimental estaba constituido por área de 1122.0 m², distribuido en bloques de 330.0 m² y parcelas de 15.0 m², los canales de riego estaban ubicados a lo largo de cada bloque y que operaban por medio de gravedad.

3.1.3. Historia de campo.

Los cultivos anteriores fueron:

1994	:	Arroz bajo riego, variedad "chancabanco"
1995	:	Arroz bajo riego, variedad "chancabanco"
1996	:	Arroz bajo riego, variedad "ucayali"
1997	:	Arroz bajo riego, variedad "ucayali"
1998	:	Arroz bajo riego, variedad "capirona"
1999	:	Instalación del experimento (mayo - octubre)

3.2 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL SUELO

CUADRO 2. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.

Parámetro	Valor	Método empleado
<u>Análisis físico</u>		
Arena (%)	42.82	Hidrómetro
Arcilla (%)	23.40	Hidrómetro
Limo (%)	33.78	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triángulo textural
<u>Análisis químico</u>		
pH (1:1) en agua	5.40	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	1.19	Walkley – Black
Nitrógeno total (%)	0.05	% M.O x fact. 0.045
P disponible (ppm)	4.80	Olsen modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	114.00	Acido sulfúrico 6 N
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	4.20	EDTA, versenato
Al + H (meq./100 g)	2.00	Yuan
Al (meq./100 g)	0.80	Yuan
CIC _e (meq/100 g)	6.20	Suma de cationes

Fuente. Laboratorio de Suelos de la U.N.A.S, Tingo María.

De acuerdo a los resultados que se aprecian en el Cuadro 2, podemos mencionar, que es un suelo de clase textural franco, de reacción fuertemente ácido (pH 5.4), bajo contenido de materia orgánica, baja disponibilidad de nitrógeno, bajo contenido de fósforo, baja disponibilidad de potasio, de igual forma con la capacidad de intercambio catiónico (PORTA, 1999).

3.3 REGISTROS METEOROLÓGICOS.

CUADRO 3. Datos meteorológicos observados en la zona de Tingo María en los meses de mayo - octubre de 1999.

Mes	Temperatura (°C)			Humedad	Precipitación
	Max.	Min.	Media	Relativa (%)	(mm/mes)
Mayo	29.20	19.60	24.40	78.00	268.00
Junio	29.80	19.50	24.65	74.00	80.00
Julio	29.40	18.40	23.90	74.00	184.00
Agosto	30.20	18.80	24.50	74.00	44.60
Setiembre	30.40	19.00	24.70	72.00	34.80
Octubre	31.20	19.30	25.25	70.00	58.40
Total	180.20	114.6	147.40	442.00	770.20
Promedio	30.03	19.1	24.57	73.67	28.37

Fuente. Estación Meteorológica CORPAC S.A.

Los datos meteorológicos mensuales fueron obtenidos de la estación meteorológica CORPAC S.A, cuyos datos se muestran en el Cuadro 3, donde podemos apreciar que las temperaturas promedios mensuales oscila entre 23.90 a 25.25 °C, con temperaturas mínimas de 19.00 °C en el mes de setiembre y una máxima de 31.20 °C en el mes de octubre. En cuanto a la humedad relativa varía desde 70.00% para el mes de octubre y 78.00% y para el mes de mayo, se observa también una precipitación variada desde 34.80 mm para el mes de setiembre y 268.00 mm para el mes de mayo.

3.4 COMPONENTES EN ESTUDIO.

Componentes.

Arroz : Variedad “Capirona”

Bioestimulante. : Actigibb

: Biogen 1

: Biogen 2

Factores en estudio.

Factor A : Bioestimulantes.

a₁ : Actigibb

a₂ : Biogen 1

a₃ : Biogen 2

Factor B : Dosis de aplicación

b₁ : 0.50 l/ha

b₂ : 1.00 l/ha

Factor C : Momentos de aplicación.

c₁ : Al inicio de macollaje

c₂ : Al “embuchamiento”

c₃ : Al inicio de macollaje + al “embuchamiento”

3.5 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

La descripción de los tratamientos en estudio viene a ser el resultado de la combinación del tipo de tres bioestimulantes (A), por dos dosis (B) y tres momentos de aplicación (C), más un testigo adicional con tres repeticiones. Estas combinaciones se presentan en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Descripción de los tratamientos.

Clave	Combinación	Bioestimulante	Dosis (l/ha)	Momento de aplicación.
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	Actigibb	0.50	inicio macollaje
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	Actigibb	0.50	al “embuchamiento”
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	Actigibb	0.50	inicio macollaje+al “embuchamiento”
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	Actigibb	1.00	inicio macollaje
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	Actigibb	1.00	al “embuchamiento”
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	Actigibb	1.00	inicio macollaje+al “embuchamiento”
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	Biogen 1	0.50	inicio macollaje
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	Biogen 1	0.50	al “embuchamiento”
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	Biogen 1	0.50	inicio macollaje+al “embuchamiento”
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	Biogen 1	1.00	inicio macollaje
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	Biogen 1	1.00	al “embuchamiento”
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	Biogen 1	1.00	inicio macollaje+al “embuchamiento”
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	Biogen 2	0.50	inicio macollaje
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	Biogen 2	0.50	al “embuchamiento”
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	Biogen 2	0.50	inicio macollaje+al “embuchamiento”
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	Biogen 2	1.00	inicio macollaje
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	Biogen 2	1.00	al “embuchamiento”
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	Biogen 2	1.00	inicio macollaje+al “embuchamiento”
T ₁₉	Testigo	(con fertilización y sin bioestimulante)		

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo se utilizó el Diseño de Bloque Completo Randomizado, con arreglo factorial (3A x 2B x 3C), más un testigo adicional con 3 repeticiones.

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\alpha\beta\delta)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

Para:

$i = 1, a$ bioestimulante

$j = 1, b$ dosis de aplicación

$K = 1, c$ momento de aplicación

$l = 1, r$ repeticiones

Donde:

Y_{ijkl} = Es la observación a la i -ésima repetición sujeto al k -ésimo momento de aplicación con la j -ésima dosis y con el i -ésimo bioestimulante.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i -ésimo bioestimulante.

β_j = Efecto del j -ésimo dosis de aplicación.

δ_k = Efecto del k -ésimo momento de aplicación.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo bioestimulante con la j -ésima dosis de aplicación.

$(\alpha\delta)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo bioestimulante con el k -ésimo momento de aplicación.

$(\beta\delta)_{jk}$ = Efecto de la interacción de la j -ésima dosis de aplicación con el k -ésimo momento de aplicación.

$(\alpha\beta\delta)_{ijk}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo bioestimulante con la j-ésima dosis de aplicación y el k-ésimo momento de aplicación.

ϵ_{ijkl} = Efecto del error aleatorio asociado a dicha observación, Y_{ijkl} .

3.7 ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANCIA

CUADRO 5. Análisis de variancia para los tratamientos en comparación.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repetición	2
Tratamientos	18
Factorial	17
Bioestimulante (A)	2
Dosis de aplicación (B)	1
Momentos de aplicación (C)	2
A x B	2
A x C	4
B x C	2
A x B x C	4
Factorial vs testigo	1
Error experimental	36
Total	56

3.8 DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL

Bloques

- Número de bloques 3
- Largo de bloques 66.0 m
- Ancho de bloques 5.0 m
- Área de bloques 330.0 m²

Parcelas

• Parcelas por bloque	19
• Total de Parcelas	57
• Largo	5.0 m
• Ancho	3.0 m
• Área	15.0 m ²
• Área neta a evaluar	7.2 m ²
• Área total de parcelas por bloque	285.0 m ²
• Área total de parcelas en el experimento	855.0 m ²

Hileras

• Número de hileras por parcela	10
• Distanciamiento entre hileras	0.30 m
• Distanciamiento entre golpes	0.25 m
• Número de golpes por hilera	20
• Número de golpes por parcela	200
• Número de plantas por golpe	6

Dimensiones del campo experimental

• Largo	66.0 m
• Ancho	17.0 m
• Distanciamiento entre bloques	1.0 m
• Distanciamiento entre parcelas	0.5 m
• Área total del experimento	1122.0 m ²

3.9 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS Y METODOLOGÍA

3.9.1 Número de macollos y panículas por metro cuadrado

Se realizó el conteo de macollos y panículas existentes en un metro cuadrado dentro de la parcela neta, estas labores se realizaron a 20 días antes de la cosecha.

3.9.2 Altura de planta

Se midió la altura de planta en centímetros, desde la superficie del suelo hasta la punta más alta de la hoja, tomadas en base al promedio de cinco golpes dentro de la parcela neta, esta observación se realizó en la maduración del grano.

3.9.3 Número de espiguillas por panícula

Se tomo 10 panojas al azar de los golpes que quedaron dentro de la parcela neta del área neta de cada parcela y se colocaron en bolsas de papel, para luego contabilizar el número de espiguillas llenas y vanas por panícula, se dedujo el porcentaje de espiguillas llenas obteniéndose posteriormente el promedio para cada tratamiento.

3.9.4 Peso de 1000 granos

Se determinó de tres muestras del mismo m^2 , se peso en una balanza de precisión registrando el peso promedio de tres pesadas de 1000 granos por tratamiento.

3.9.5 Rendimiento

El rendimiento en grano de arroz en cáscara o paddy, se determinó pesando el rendimiento del área neta (7.2 m²) de cada tratamiento, los cuales fueron ajustados a 14% de humedad y luego llevados a kg/ha.

Peso Parcela neta corregida 14% H = $[(100 - \%H)/(100 - 14)] \times$ Peso de parcela neta.

3.10 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.10.1 Almacigado

Preparación de la cama

La poza de almácigo fue de 45 m² para los tratamientos en estudio, la preparación consistió en realizar el arado, batido y planchado (nivelación), todo esto se realizó con instrumentos manuales (machete, azadón, rastrillo y madera).

Siembra

El 26 de mayo de 1999 se realizó el remojo de la semilla, previa desinfección con Tiofanatemetil + Thiram a 3 g/kg de semilla, contenidas en un saco por un tiempo de 24 horas. El día 28 de mayo se realizó el voleo de la semilla pre-germinada sobre una capa delgada de agua de aproximadamente 5 cm. La cantidad de semilla utilizada fue de 10.5 kg.

Riego

Inmediatamente terminada de volear la semilla se saco el agua, posteriormente se dio riegos alternados repases y secas hasta el sexto día para favorecer el prendimiento y desarrollo de la plántula luego se deja una capa delgada de agua hasta la “saca”.

Deshierbo

Se realizó en los bordos en forma manual a 15 días de la siembra.

Fertilización

Se fertilizó a los 15 días, con una dosis de 90 kg/ha de nitrógeno, utilizando urea de 46% como fuente nitrogenada en una cantidad de 900 gramos.

Saca de plántulas

Se realizó a los 27 días después de la siembra, el día 25 de junio de 1999, el que consistió en extraer las plántulas de arroz del almácigo y luego ser transplantados.

3.10.2 Campo definitivo

Muestreo del suelo

La muestra de suelo para el análisis respectivo, se tomaron del área experimental con un muestreador tipo “tornillo” de suelo a una profundidad de 20.0 cm en forma de zig zag, las muestras fueron homogenizados y llevados al laboratorio de suelos de la UNAS.

Preparación del terreno

Antes del transplante, se preparó el terreno con arado y dos pasadas de rastra para luego realizar el batido con previa inundación del terreno, posteriormente se delimitó el terreno experimental.

Transplante

Se realizó el 25 de junio de 1999 con plántulas de 27 días de edad a un distanciamiento de 25 x 30 cm a una profundidad de 3 cm con 6 plántulas por golpe. Para realizar dicha labor se utilizó estacas y cordeles marcados según distanciamiento.

Fertilización

Se empleó la fórmula de 180 – 90 – 60 de N-P-K (kg/ha) obtenido de acuerdo a la necesidad de nutrientes del cultivo y el análisis del suelo experimental. Las fuentes utilizadas fueron los siguientes: urea, como fuente de nitrógeno (46% N), superfosfato triple de calcio, como fuente de fósforo (46% P₂O₅) y el cloruro de potasio, como fuente de potasio (60% k₂O). Todo el fósforo se aplicó al transplante, el nitrógeno y el potasio se aplicó fraccionado en 2 partes, la primera a los 16 días del transplante y la segunda fracción a los 50 días después del transplante coincidiendo con el inicio del encañado (punto de algodón). Todos los tratamientos recibieron el mismo nivel de fertilización.

Riego

El primero se realizó a 4 días del transplante con una lámina de agua de 5 cm, luego la frecuencia de los riegos fueron de acuerdo a la necesidad del cultivo, tratando de mantener siempre una lámina del 10 a 15 cm, el agua se quitó cuando los granos presentaban color verde limón, esto sucedió a 129 de la siembra.

Ruoguin

Esta labor, consistió en eliminar plantas atípicas (plantas que no pertenecen a la variedad), esta labor se realizó al inicio de la floración con el fin de mantener la pureza varietal.

Control de malezas

Se realizaron 2 controles manuales oportunos, durante el periodo vegetativo del cultivo, la primera fue a 15 días del transplante y la segunda a 32 días de la primera, las malezas que predominaron fueron "moco de pavo" (*Echinochloa crusgalli*), "oreja de ratón" (*Heteranthera remiformis*) y "coquito" (*Cyperus sp.*).

Control fitosanitario.

Se presentó ataques de "Quemado" (*Piricularia grisea*), "mancha carmelita" (*Bipolaris oryzae*) e insectos, para el control se realizó tres aplicaciones de Kasugamicina a 0.5%, Metamidofos a 0.25%, Alquifenol a 0.125%, la primera fue a 16 días del transplante, la segunda a 52 días del transplante (formación de la panoja) y la última a 92 días del transplante (estado lechoso).

Calibración de la mochila.

Se realizó en la parcela del área experimental, llenando la mochila con agua, se procedió a asperjar toda el área de la parcela por 3 veces, lo que nos permitió obtener un dato más exacto en el gasto de agua, obteniéndose un gasto de 0.58 l/parcela, correspondiendo a 386.67 l/ha.

Preparación y aplicación de los tratamientos.

Se preparó en forma independiente para cada tratamiento, la aplicación fue directa al follaje del cultivo, se realizó con una mochila de aspersion a presión manual marca Jacto de 18 l de capacidad, con boquilla tipo abanico, acompañado además de una aplicación de Profoliar (20-20-20) a 0.25% en ambas etapas. Las cantidades se detallan en los Cuadros 6 y 7.

CUADRO 6. Primera aplicación al inicio del macollaje (a los 18 días del transplante)

Clave	Combinación	Bioestimulante	Dosis (l/ha)	Cantidad (ml/parcela)
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	Actigibb	0.50	0.75
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	Actigibb	0.50	0.375
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	Actigibb	1.00	1.50
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	Actigibb	1.00	0.75
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	Actigibb	0.50	0.75
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	Biogen 1	0.50	0.375
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	Biogen 1	1.00	1.50
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	Biogen 1	1.00	0.75
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	Biogen 1	0.50	0.75
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	Biogen 2	0.50	0.375
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	Biogen 2	1.00	1.50
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	Biogen 2	1.00	0.75

CUADRO 7. Segunda aplicación al “embuchamiento” (a los 55 días del transplante)

Clave	Combinación	Bioestimulante	Dosis (l/ha)	Cantidad (ml/parcela)
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	Actigibb	0.50	0.75
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	Actigibb	0.50	0.375
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	Actigibb	1.00	1.50
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	Actigibb	1.00	0.75
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	Biogen 1	0.50	0.75
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	Biogen 1	0.50	0.375
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	Biogen 1	1.00	1.50
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	Biogen 1	1.00	0.75
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	Biogen 2	0.50	0.75
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	Biogen 2	0.50	0.375
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	Biogen 2	1.00	1.50
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	Biogen 2	1.00	0.75

Cosecha.

Se realizó cuando aproximadamente el 85% de los granos de las panojas estaban maduros y cuando la planta en general presentaba una coloración amarillenta, panojas encorvadas por el peso, los granos presentaban resistencia al ser presionadas con las uñas. Se realizó esta labor a los 20 y 21 días del mes de octubre de 1999, cosechándose un área de 7.2 m² centrales de cada parcela, libre de efectos de bordes. Esta labor se efectuó en forma manual, cortando los tallos con hoz a 10 cm sobre el suelo.

Trilla, secado y pesado.

La trilla se realizó inmediatamente después de cortadas las plantas empleando mantas, luego en un tronco delgado se golpeó (azote) para desprender los granos, luego llevados en sacos identificados con sus claves posteriormente se llevaron a la “era” para el secado por un lapso de 2 horas aproximadamente y luego el venteado para separar las impurezas de la cosecha.

El grano cosechado por tratamiento fue pesado en una balanza de precisión, determinando el rendimiento que fue ajustado a 14% de humedad del grano, para ser llevados a kg/ha.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 RENDIMIENTO EN CÁSCARA Y COMPONENTES

4.1.1. Rendimiento

En el Cuadro 8, se observa que el rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz ha sido afectado positivamente por la interacción del bioestimulante y momentos de aplicación (A x C); como también por el efecto individual de las dosis de aplicación (B) y además presenta un coeficiente de variabilidad de 9.94 % que esta dentro del rango aceptable según CALZADA (1976).

De la prueba de comparación de promedios (Cuadro 9) y la Figura 1, muestra los efectos simples de los bioestimulantes y momentos de aplicación, observándose que el producto comercial Actigibb aplicados al inicio de macollaje más al “embuchamiento” ha generado el mayor rendimiento del cultivo de arroz ($a_1c_3 = 10894.17$ kg/ha) con respecto al Biogen 1 y Biogen 2 aplicados al inicio de macollaje más al “embuchamiento” obteniéndose rendimientos de 9305.56 (a_2c_3) y 9211.11(a_3c_3) kg/ha respectivamente, como nos indica el análisis de variancia de los efectos simples (Cuadro 22).

La dosis 1.0 l/ha (b_2) con un promedio de 9526.44 kg resultó ser superior a la dosis 0.50 l/ha (b_1) quien logró un promedio de 8655.33 kg/ha (Cuadro 10 y Figura 2).

CUADRO 8. Resumen del ANVA para el rendimiento (kg/ha) y componentes del rendimiento.

=====													
Cuadrados medios													
Fuente de variabilidad	G. L	Rendimiento		N° paníc./m ²		N° macoll./m ²		Espig./ paníc.		% espig. llenas/paníc.		Peso de 1000 granos	

Bloques	2	1117800.80	N.S	81.21	N.S	85.39	N.S	4.41	N.S	8.67	N.S	21.14	A.S
Tratamientos	18	2686769.19	A.S	87.31	A.S	87.19	S.	148.07	A.S	5.54	A.S	2.57	A.S
Factorial	17	2446437.75	A.S	72.49	A.S	70.92	N.S	147.75	A.S	4.20	A.S	2.32	A.S
Bioestimulantes(A)	2	531897.45	N.S	38.35	N.S	31.16	N.S	131.13	S	1.99	N.S	0.34	N.S
Dosis(B)	1	10244301.60	A.S	224.07	A. S	280.17	S.	244.48	A.S	21.32	S.	14.26	A.S
Momentos (C)	2	7030762.96	A.S	169.85	A. S	160.30	S.	257.82	A.S	10.82	N.S	6.45	A.S
AxB	2	532815.94	N.S	21.46	N.S	18.67	N.S	87.47	S.	0.96	N.S	0.35	N.S
AxC	4	2890259.99	S.	87.85	S.	85.13	N.S	174.17	A.S	3.41	N.S	1.46	N.S
BxC	2	477742.82	N.S	37.85	N.S	27.56	N.S	121.20	S.	1.92	N.S	1.38	N.S
AxBxC	4	659415.45	N.S	30.40	N.S	27.39	N.S	93.83	S.	1.26	N.S	0.60	N.S
Error exp.	36	801741.88		28.23		43.20		26.51		3.65		0.74	
=====													
C.V. (%)		9.94		2.38		2.85		3.03		2.09		3.34	
N.S	:	No significativo		S.	:	Significativo		A.S	:	Altamente significativo			

CUADRO 9. Comparación de promedios para efectos simples de la interacción; bioestimulantes por momentos de aplicación en el rendimiento de arroz en cáscara.

Efectos simple		Rendimiento (kg/ha)	
Efecto simple de A x C			
De A en c ₃			
a ₁ c ₃	10894.17	a	
a ₂ c ₃	9305.56	b	
a ₃ c ₃	9211.11	b	
De C en a ₁			
a ₁ c ₃	10894.27	a	
a ₁ c ₁	8757.34	b	
a ₁ c ₂	8214.58	b	

Los promedios en columna unidos por igual letra no difieren estadísticamente. (Duncan $\alpha = 0.05$)

c₁ = inicio de macollaje.

a₁ : Actigibb

c₂ = al "embuchamiento"

a₂ : Biogen 1

c₃ = inicio de macollaje + al "embuchamiento"

a₃ : Biogen 2

CUADRO 10. Comparación de promedios para el efecto principal; dosis de aplicación en el rendimiento de arroz en cáscara.

Factor principal	Rendimiento (kg/ha)	
B: Dosis de aplicación		
b ₂	9526.44	a
b ₁	8655.33	b

Los promedios en columna unidos por igual letra no difieren estadísticamente. (Duncan $\alpha = 0.05$)

b₁ = 0.50 l/ha

b₂ = 1.00 l/ha

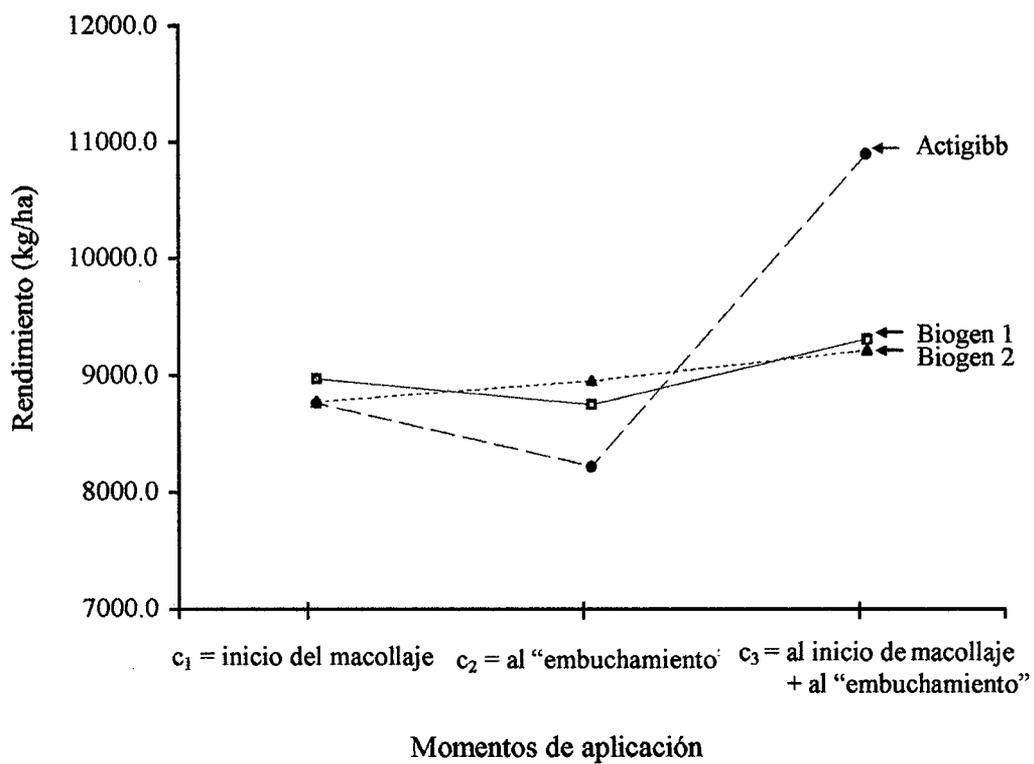


FIGURA 1. Efecto de la interacción entre el tipo de bioestimulante y los momentos de aplicación en el rendimiento de arroz en cáscara.

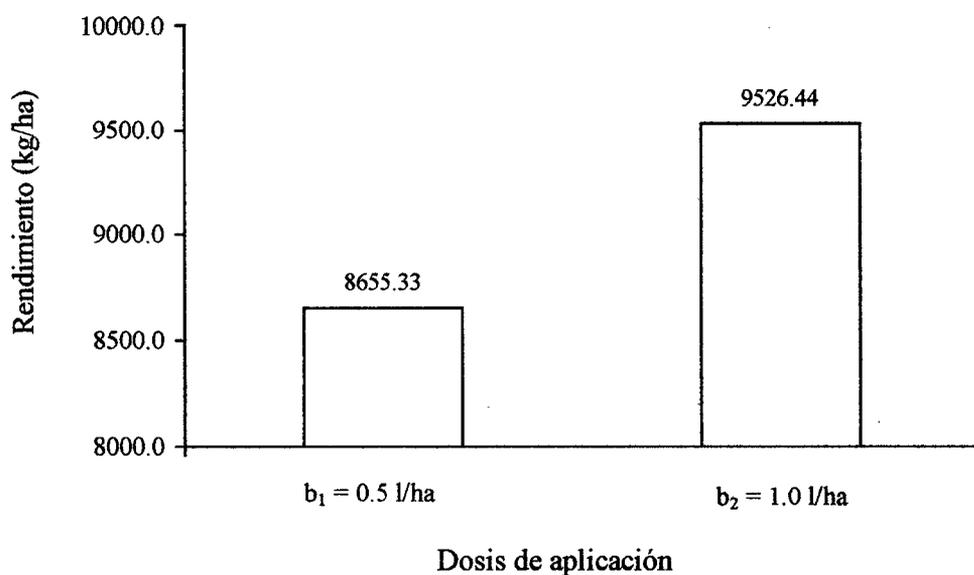


FIGURA 2. Efecto de la dosis de aplicación en el rendimiento de arroz en cáscara.

El incremento del rendimiento posiblemente se debe a la acción de los componentes del bioestimulante Actigibb (ácidos húmicos, algas marinas entre otros), que actuaron en interacción con el momento de aplicación al inicio de macollaje más al “embuchamiento”, para generar mayor número de panículas ($a_1c_3 = 234.5$) y el efecto de la triple interacción bioestimulante por momentos y dosis de aplicación que alcanzó un mayor número de espiguillas/panícula ($a_1b_2c_3 = 197.80$).

La mayor dosis de aplicación ($b_2 = 1.0$ l/ha) influenció positivamente en el carácter porcentaje de espiguillas llenas (92.45), número de macollos/m² (233.26) como también en peso de 1000 granos (26.35g); este resultado tendría una relación directa con la mayor cantidad de componentes que se llegó a proporcionar a la planta al aplicar mayor cantidad de bioestimulantes cuyos componentes sirven para mejorar el metabolismo de la planta, cuyo resultado se traduce en una mayor eficiencia fotosintética y por ende un incremento tanto en calidad y cantidad de grano.

Considerando los resultados del análisis de suelo (Cuadro 2) que muestra un nivel bajo en todos los elementos mayores, además las condiciones climáticas no favorables para el cultivo de arroz (Cuadro 3); se logró un mayor rendimiento, esto se debe posiblemente a que los componentes del producto comercial Actigibb, como extractos de algas marinas, ácidos húmicos, han generado un mejor metabolismo de la planta al ser aplicados en la etapa del inicio de macollaje más al “embuchamiento”.

La mayor dosis de 1.0 l/ha, permitió un mayor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados al suelo y a la vez contrarrestó las condiciones adversas de temperatura y precipitación, que en condiciones de trópico el cultivo de arroz sufre un estrés fisiológico cuando la temperatura sobrepasa el promedio de los 23 °C; la aplicación de los bioestimulantes permitió a la planta dar las condiciones adecuadas para realizar su proceso metabólico, este mejor funcionamiento del metabolismo de la implica una mayor síntesis de enzimas que mejora el proceso fotosintético y consecuentemente proporciona un mayor número de panojas, espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas por panícula, número de macollos, y peso de 1000 granos que son los componentes directos del rendimiento.

Existe un efecto favorable de las sustancias húmicas en el consumo de nutrientes y el contenido de estos en las plantas, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, sodio y cobre. Cuando se aplica en bajas concentraciones como aspersiones foliares bajo condiciones de campo, el ácido húmico aumenta la producción en peso de maíz y efectos similares favorables han sido presentados por muchos otros cultivos (ORLOV, 1985). De igual forma se han llevado a cabo muchos ensayos y experimentos en el pasado, y sus resultados demuestran que los extractos de algas son responsables del incremento en el rendimiento, de la calidad y de la vida de diferentes cultivos (BLUNDEN, citado por INDAGRO, 1999).

4.1.2. Componentes del rendimiento

a. Número de panículas por metro cuadrado

En el Cuadro 8 se observa que el número de panículas/m², ha sido influenciado en forma significativa por la interacción bioestimulantes por momentos de aplicación (A x C), como también por el efecto individual de las dosis de aplicación (B), así también nos muestra que tiene un coeficiente de variabilidad de 2.38 % que esta dentro del rango aceptable según CALZADA (1976).

De la prueba de comparación de promedios (Cuadro 11 y la Figura 3), nos muestra como los efectos simples de los bioestimulantes y momentos de aplicación influyen en el número de panículas/m², siendo el producto comercial Actigibb aplicado al inicio de macollaje más al “embuchamiento” ($a_1c_3 = 234.5$) resultaron con diferencias significativas con respecto al Biogen 1 y Biogen 2 aplicados al inicio del macollaje más al “embuchamiento” obteniéndose 224.67 y 224.17 panículas/m² como también nos indica el análisis de variancia del efecto simple (Cuadro 23).

La dosis 1.0 l/ha (b_2) con un promedio de 226.30 panículas/m², se diferencia estadísticamente de la dosis de 0.50 l/ha (b_1) que alcanzó un promedio de 222.22 panículas /m² (Cuadro 12 y Figura 4).

CUADRO 11. Comparación de promedios para efectos simples de la interacción; bioestimulantes por momentos de aplicación en el número de panículas/m².

Efecto simple	Promedios		
Efecto simple de Ax C			
De A en c ₃			
a ₁ c ₃	234.50	a	
a ₂ c ₃	224.67		b
a ₃ c ₃	224.17		b
De C en a ₁			
a ₁ c ₃	234.50	a	
a ₁ c ₁	222.67		b
a ₁ c ₂	220.67		b

promedios en columna unidos por igual letra no difieren estadísticamente. (Duncan $\alpha = 0.05$)

a₁ : Actigibb

c₁ : inicio de macollaje

a₂ : Biogen 1

c₂ : al "embuchamiento"

a₃ : Biogen 2

c₃ : inicio de macollaje + al "embuchamiento"

CUADRO 12. Comparación de promedios para el efecto principal; dosis de aplicación en el número de panículas /m².

Factor principal	Promedio		
B: Dosis de aplicación			
b ₂	226.30	a	
b ₁	222.22		b

Los promedios en columna unidos por igual letra no difieren estadísticamente. (Duncan $\alpha = 0.05$)

b₁ : 0.50 l/ha

b₂ : 1.00 l/ha

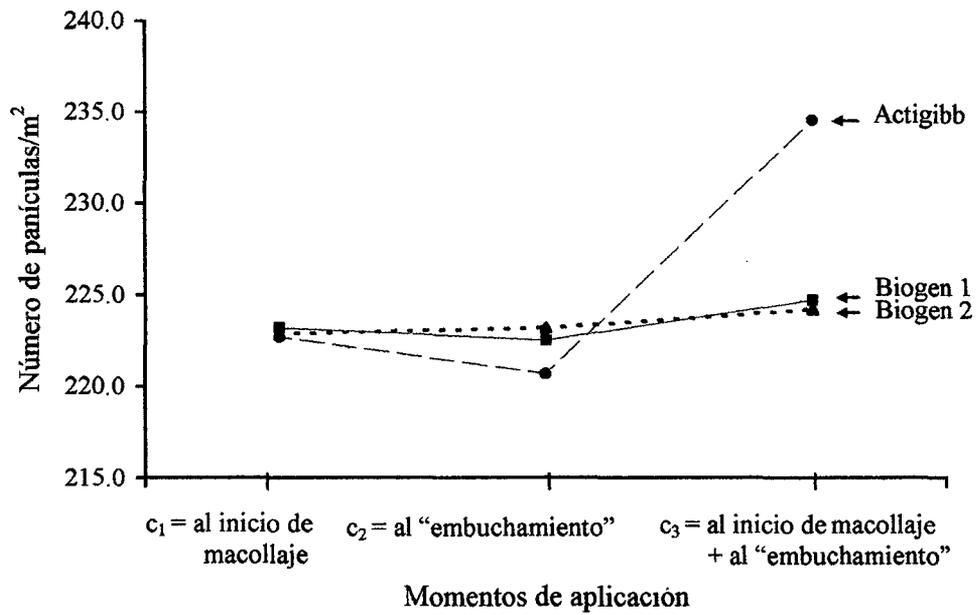


FIGURA 3. Efecto interactivo entre el tipo de bioestimulante y momentos de aplicación en el número de panículas/m².

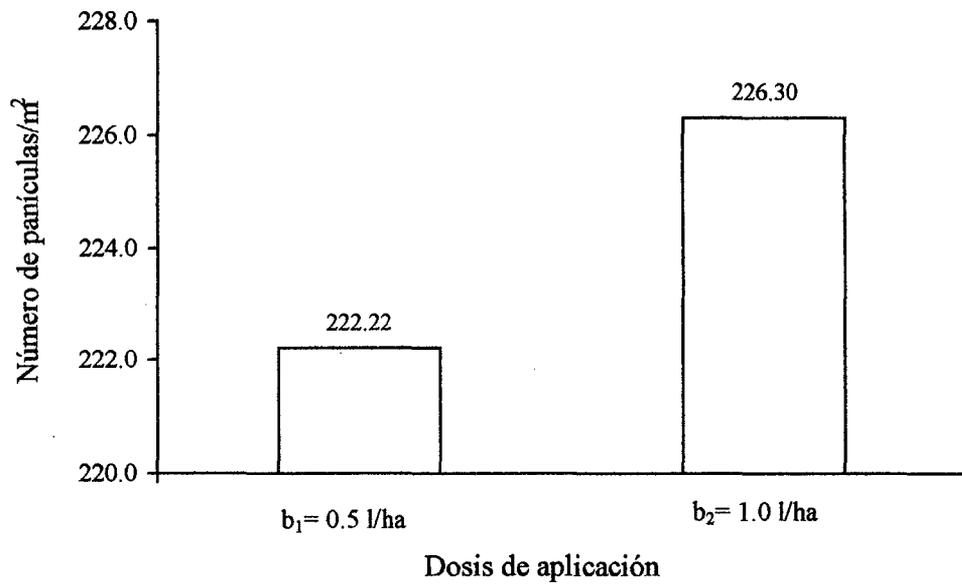


FIGURA 4. Efecto de las dosis de aplicación en el número de panículas/m².

b. Número de macollos por metro cuadrado.

En el Cuadro 8, nos muestra que el número de macollos/m² ha sido influenciado significativamente por los efectos individuales o principales de las dosis de aplicación (B) y momentos de aplicación (C), así también nos muestra que dicho carácter tiene un coeficiente de variabilidad de 2.38% que esta dentro del rango aceptable según CALZADA (1976).

En el Cuadro 13 se puede observar que la dosis de 1.0 l/ha (b₂) con un promedio de 233.26 macollos/m² resultó ser superior a la dosis 0.5 l/ha (b₁) que obtuvo un promedio de 228.70 macollos/m². Así mismo nos indica que la aplicación inicio de macollaje más al “embuchamiento” (c₃) con un promedio de 234.39 macollos/m², resultó ser estadísticamente superior a los momentos de aplicación al inicio de macollaje (c₁) y al “embuchamiento” (c₂) que alcanzaron promedios de 229.72 y 228.83 macollos/m² respectivamente como se observa en las Figuras 5 y 6. El número de panículas/m² en el cultivo de arroz se ha debido al efecto interaccional de los bioestimulantes y momentos de aplicación (AxC) en forma significativa, siendo el Actigibb aplicado al inicio de macollaje y al “embuchamiento” que resultó ser el mejor (a₁c₃ = 234.5), este aumento en el número de panículas/m² ha sido favorecido por el efecto expresado en la dosis de 1.0 l/ha (b₂), lo que proporciona la mayor probabilidad de uso de estos elementos. Todo esto se debe posiblemente al alto contenido de ácidos húmicos (46.0 g/l), extractos de algas marinas (80.0 g/l) y a la eficiencia por la planta en aprovechar el

nitrógeno aportado por el suelo y el fertilizante aplicado. Un óptimo contenido de nitrógeno de la planta desde la fase de máximo ahijamiento hasta la formación de la panícula, asegura una adecuada densidad de panículas fértiles (TINARELLI, 1989). Entre los constituyentes del extracto de algas marinas se encuentran gran cantidad de microelementos y que mucho de ellos son utilizados en la síntesis de enzimas en consecuencia mejora el metabolismo de la planta y la fotosíntesis sea más eficiente. El ácido húmico influye en el desarrollo de las enzimas de las plantas superiores, por ejemplo, catalasa o difenoloxidasa y citocromo en los tomates; peroxidasa y catalasa en maíz e invertasa y peroxidasa en la remolacha, se ha visto en algunos ensayos que el ácido húmico aumenta la síntesis de proteína de paredes celulares en los trozos de beterraga durante su envejecimiento (PERDUE, 1985).

La etapa del macollaje se caracteriza por el crecimiento vegetativo de la planta y una aplicación en ésta etapa, más al “embuchamiento” generó un mayor número de macollos/m² ($c_3 = 234.39$), de igual forma ha sido favorecido por la dosis de 1.0 l/ha ($b_2 = 233.26$) tal como se puede observar en el Cuadro 13, Figuras 5 y 6. Este resultado se puede atribuir que con una aplicación fraccionada y a una mayor dosis se proporciona a la planta los nutrientes y sustancias que son componentes de los bioestimulantes en mayor cantidad y eficiencia que van ha influenciar en el crecimiento y desarrollo dando como resultado una mayor número de macollos/m².

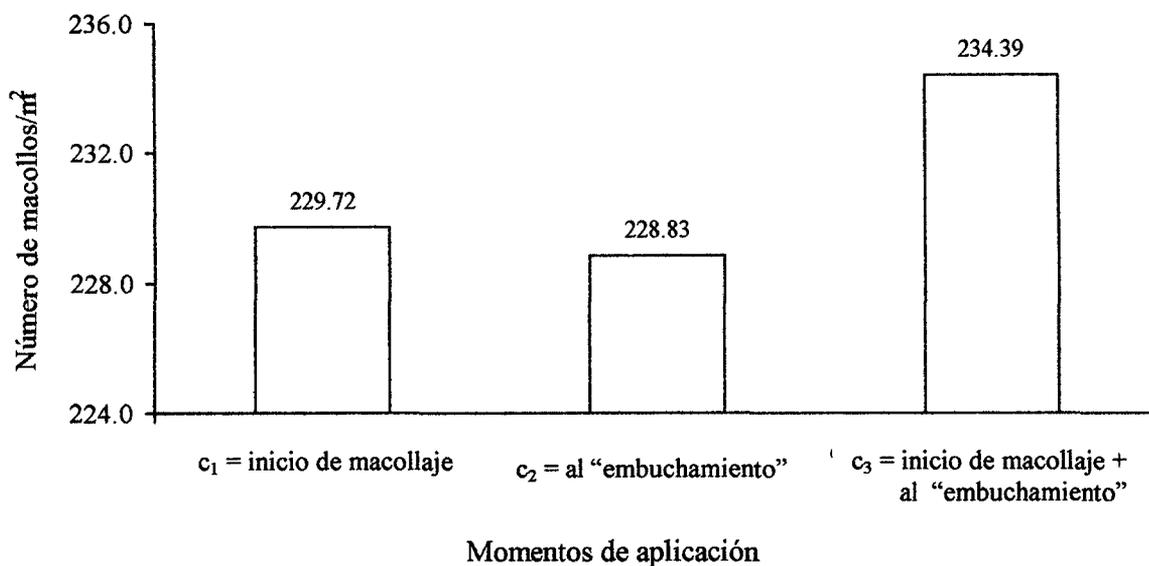


FIGURA 6. Efecto de los momentos de aplicación en el número de macollos/m².

c. Número de espiguillas/panícula

El Cuadro 8 nos muestra que el número de espiguillas/panícula ha sido favorecida en forma significativa por la acción interaccional de los tres factores bioestimulante por dosis por momentos de aplicación (AxBxC) y con un coeficiente de variabilidad de 3.03% que esta del rango aceptable según CALZADA (1976).

Observando el análisis de variancia de la triple interacción (Cuadro 26) nos muestra un efecto altamente significativo de los bioestimulantes en la dosis de 1.0 l/ha (b₂) aplicados al inicio de macollaje más al "embuchamiento" (c₃) como

también la influencia altamente significativa de las dosis de Actigibb (a_1) aplicados al inicio de macollaje más al “embuchamiento” (c_3); finalmente se puede observar el efecto altamente de los momentos de aplicación del Actigibb (a_1) en promedio de la dosis de 1.0 l/ha (b_2).

La comparación de promedios de la triple interacción $A \times B \times C$ (Cuadro 14) se observa que bioestimulante Actigibb a dosis de 1.0 l/ha aplicado al inicio de macollaje más al “embuchamiento” ($a_1 b_2 c_3$) con un promedio de 197.80 espiguillas/panícula, ocupa el primer lugar, diferenciándose estadísticamente del Biogen 1 ($a_2 b_2 c_3$) y Biogen 2 ($a_3 b_2 c_3$) aplicado a 1.0 l/ha al inicio de macollaje más al “embuchamiento” que alcanzaron promedios de 171.30 y 170.10 espiguillas/panícula de arroz respectivamente.

A sí mismo en la Figura 7 se puede observar el diferente comportamiento de los tratamientos en estudio, donde el tratamiento T_6 (Actigibb a dosis de 1.0 l/ha con aplicación al inicio del macollaje más al “embuchamiento”) con un promedio de 197.80 espiguillas/panícula, tiene el más alto valor. En forma general se puede apreciar que todos los tratamientos donde se aplicaron los bioestimulantes aplicados fueron superiores al testigo.

CUADRO 14. Comparación de promedios para la triple interacción; bioestimulante, dosis de aplicación y momentos de aplicación en el número de espiguillas/panícula

Interacciones	Promedios	
A en De b₂ (c₂)		
a ₁ b ₂ c ₃	197.80	a
a ₂ b ₂ c ₃	171.30	b
a ₃ b ₂ c ₃	170.10	b
De B en a₁ (c₃)		
b ₂ a ₁ c ₃	197.80	a
b ₁ a ₁ c ₃	172.00	b
De C en a₁ (b₂)		
c ₃ b ₂ a ₁	197.80	a
c ₁ b ₂ a ₁	168.80	b
c ₂ b ₂ a ₁	167.50	b

Los promedios en columna unidos por igual letra no difieren estadísticamente. (Duncan $\alpha = 0.05$)

a₁ = Actigibb

c₁ = inicio de macollaje

b₁ = 0.50 l/ha

a₂ = Biogen 1

c₂ = al "embuchamiento"

b₂ = 1.00 l/ha

a₃ = Biogen 2

c₃ = inicio de macollaje + al "embuchamiento"

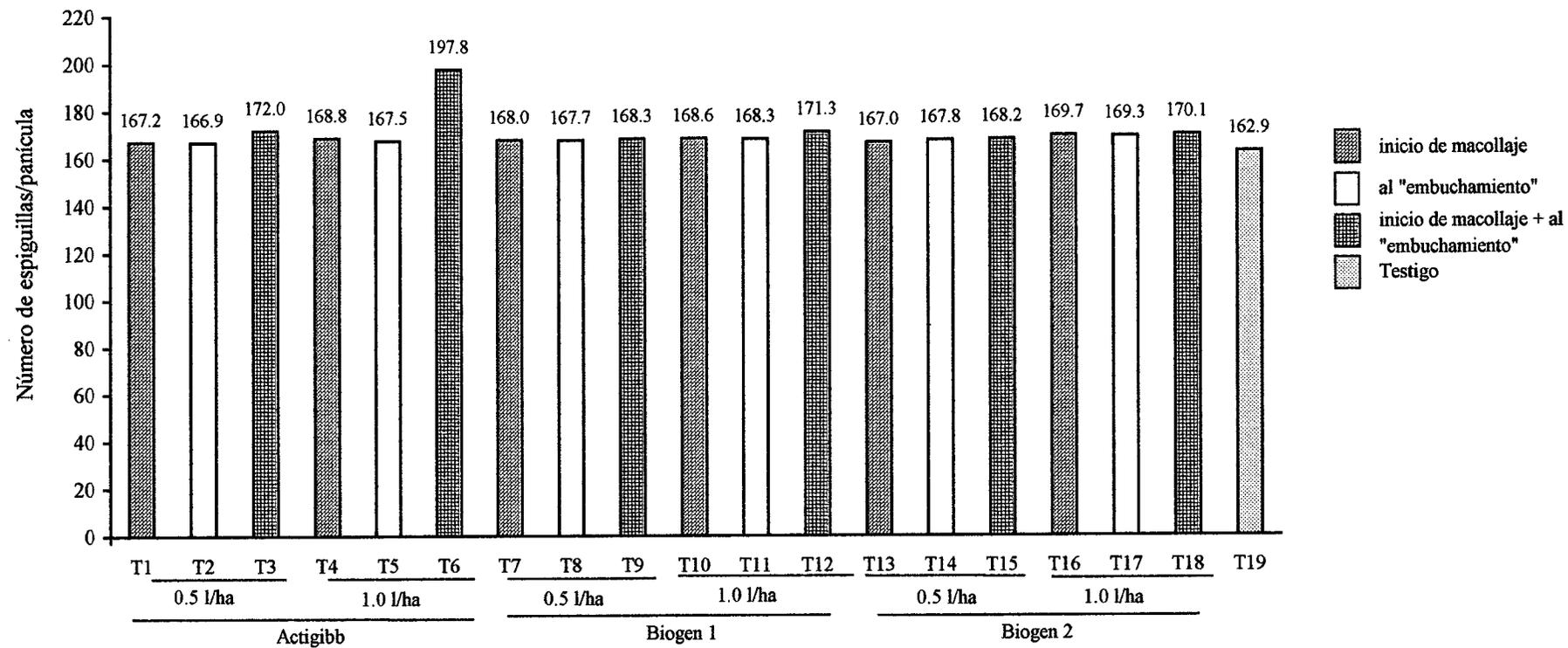


FIGURA 7. Efecto interactivo; bioestimulantes por dosis y momentos de aplicación en el número de espiguillas/panícula.

d. Porcentaje de espiguillas llenas/panícula.

Esta característica ha sido influenciada en forma significativa por el efecto principal de las dosis de aplicación (Cuadro 8). Así mismo posee un coeficiente de variabilidad de 2.09% que esta dentro del rango aceptable según CALZADA (1976)

La mejor dosis es la que corresponde a 1.0 l/ha (b_2) con el 92.45% de espiguillas llenas por panícula con respecto a la dosis 0.50 l/ha (b_1) con lo que se obtuvo un 91.19 % de espiguillas llenas por panícula (Cuadro 15 y Figura 8). Estos resultados nos confirma las apreciaciones anteriores en el sentido de que los elementos que conforman el Actigibb como las algas marinas y los ácidos húmicos (página 29 y 30) es aprovechado por la planta con eficiencia tanto en mayor cantidad como en oportunidad ha generado un mejor metabolismo como consecuencia un mayor producción en número de espiguillas totales.

El mayor número de espiguillas llenas por panícula se puede atribuir que con la dosis 1.0 l/ha (b_2) se logro proporcionar a la planta más nutrientes y otras sustancias que son componentes de los bioestimulantes, permitiendo de esta manera obtener una mayor producción de espiguillas llenas.

CUADRO 15. Comparación de promedios para el efecto principal; dosis de aplicación en el porcentaje de espiguillas llenas/panícula

Factor principal	Promedios (%)
B : Dosis de aplicación	
b ₂	92.45 a
b ₁	91.19 b

Los promedios en columna unidos por igual letra no difieren estadísticamente (Duncan $\alpha = 0.05$)
 b₁ = 0.50 l/ha
 b₂ = 1.00 l/ha

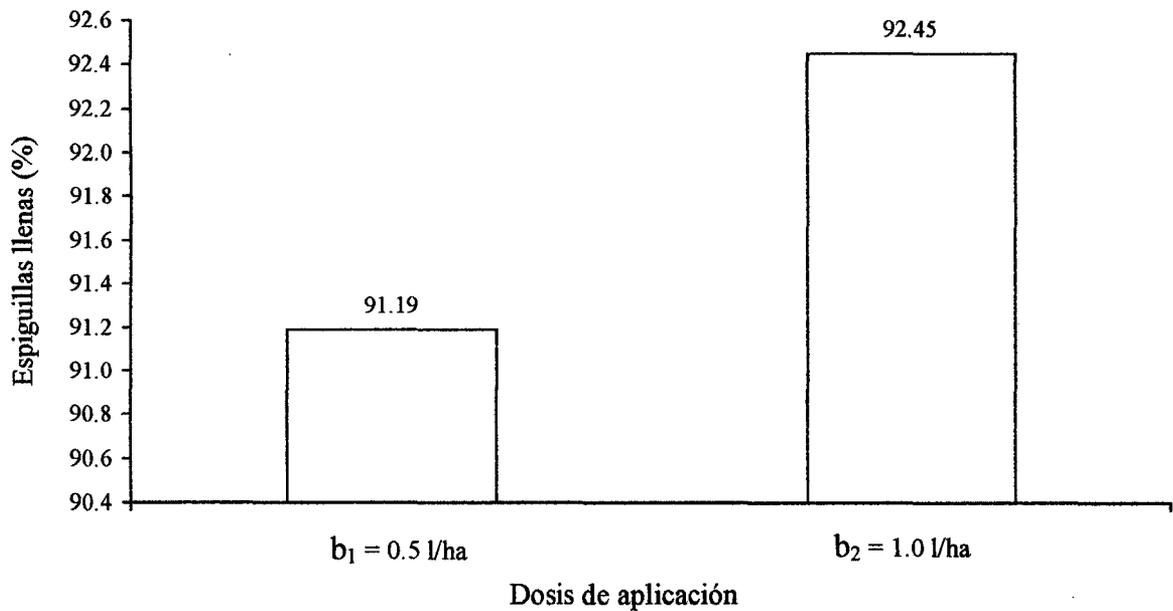


FIGURA 8. Efecto de la dosis de aplicación en el porcentaje de espiguillas llenas/panícula.

e. Peso de 1000 granos

En el peso de 1000 granos o semillas ha sido influenciado en forma altamente significativa por los efectos individuales de las dosis (B) y momentos de aplicación (C) (Cuadro 8), con un coeficiente de variabilidad de 3.34% que esta dentro del rango aceptable según CALZADA (1976). La dosis de 1.0 l/ha (b_2), ha resultado ser superior significativamente en comparación con la dosis 0.50 l/ha (b_1) quien logro un promedio de 25.33 g mientras que el momento de aplicación inicio de macollaje más al “embuchamiento” (c_3) con un promedio de 26.51 g ocupa el primer lugar diferenciándose estadísticamente del momento de aplicación inicio de macollaje (c_1) que alcanzó un promedio de 25.64 g y al “embuchamiento” (c_2) alcanzó un promedio de 25.37 g (Cuadro 16, Figuras 9 y 10).

La acción de los bioestimulantes en el peso de 1000 granos ha sido por igual tanto en la mejor dosis 1.0 l/ha (b_2) y en el mejor momento de aplicación inicio de macollaje más al “embuchamiento” (c_3), respondiendo en forma altamente significativa a la acción individual de los indicados factores, estos posiblemente se debe a que la acumulación de la sacarosa en los granos del arroz se ha visto favorecido por la acción de los constituyentes de los bioestimulantes en estudio al aumentar la eficiencia fotosintética y una buena distribución de la sacarosa depositado en los granos. Trabajos han concluido que las sustancias húmicas aumentan la permeabilidad de las membranas de las plantas por lo cual

mejoran la absorción de nutrientes a nivel radicular como foliar (PERDUE, 1985). En la primera etapa de desarrollo de la planta necesita un grupo de aminoácidos que promueve el mejor enraizamiento, brotación y floración esto lo realiza Biogen 1; los aminoácidos están dirigidos a la formación y acumulación de compuestos en el fruto, esto estimula Biogen 2 (FARMAGRO, 1999).

CUADRO 16. Comparación de promedios para los efectos principales; dosis y momentos de aplicación en el peso de 1000 granos de arroz.

Factores principales	Peso (g)	
B : Dosis de aplicación		
b ₂	26.35	a
b ₁	25.33	b
C : Momentos de aplicación		
c ₃	26.51	a
c ₁	25.64	b
c ₂	25.37	b

Los promedios en columna unidos por igual letra no difieren estadísticamente. (Duncan $\alpha = 0.05$)

c₁ : inicio de macollaje

a₁ : Actigibb

c₂ : al "embuchamiento"

a₂ : Biogen 1

c₃ : inicio de macollamiento + al "embuchamiento".

a₃ : Biogen 2

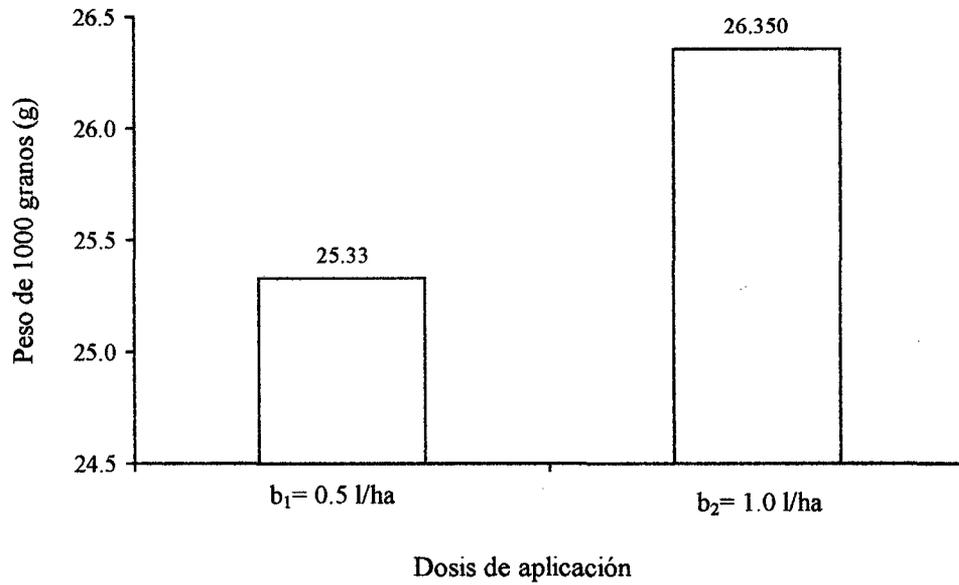


FIGURA 9. Efecto de la dosis de aplicación en el peso de 1000 granos.

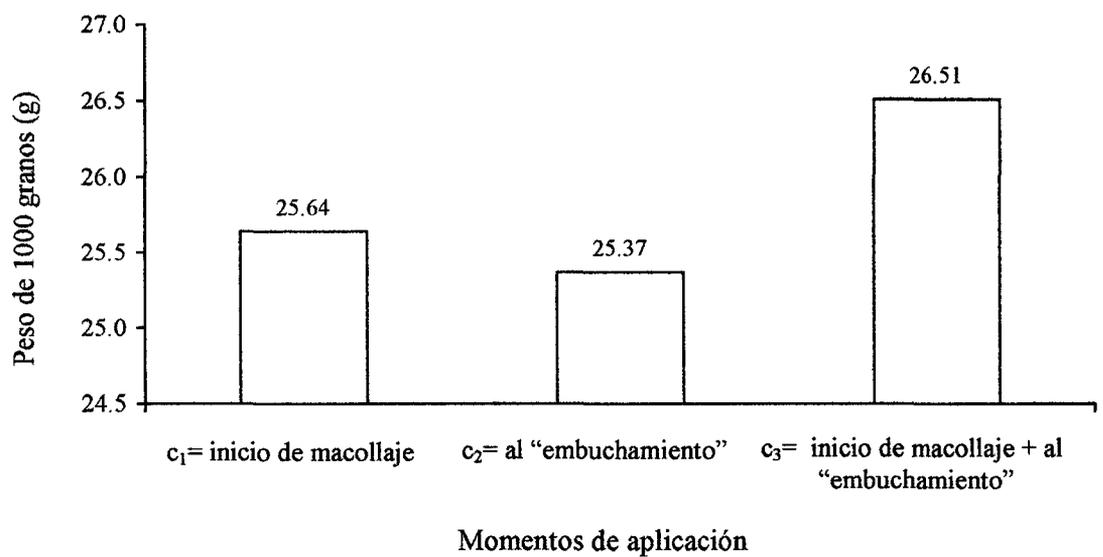


FIGURA 10. Efecto de los momentos de aplicación en el peso de 1000 granos.

4.2. OTRAS MEDIDAS BIOMÉTRICAS

4.2.1. Altura de planta

Esta característica ha sido favorecida en forma altamente significativa por la acción de los efectos principales dosis de aplicación (B) y momentos de aplicación (C) (Cuadro 29), con un coeficiente de variabilidad de 2.85% que esta dentro del rango aceptable según CALZADA (1976).

La dosis de 1.0 l/ha (b_2) resulto ser superior, con un promedio de 113.70 cm ocupa el primer lugar diferenciándose estadísticamente de la dosis 0.50 l/ha (b_1) quien alcanzó un promedio de 110.68 cm, mientras que el momento de aplicación inicio de macollaje más al “embuchamiento” (c_3) con un promedio de 114.39 cm, ocupa el primer lugar diferenciándose estadísticamente de los momentos de aplicación al inicio de macollaje (c_1) y al “embuchamiento” (c_2) que alcanzaron promedios de 111.52 y 110.66 cm respectivamente (Cuadro 17 y Figuras 11 y 12).

La mayor altura de planta de arroz obtenida se puede atribuirse a que la acción de la mejor dosis 1.0 l/ha (b_2) se logro proporcionar a la planta los mayores constituyentes de los bioestimulantes, sumado a un mejor momento de aplicación inicio de macollaje más al “embuchamiento” que permitió una mejor distribución de los nutrientes y otras sustancias que son componentes de los bioestimulantes y aprovechamiento por la planta para expresarse en una mayor crecimiento y desarrollo de la misma. En los tejidos de raíces de tomate cultivado en un medio de nutrientes, el ácido húmico fue marginalmente más efectivo que el

ácido fúlvico en el aumento del crecimiento, sin embargo pareciera que estas dos fracciones influyen en diferentes aspectos del crecimiento, mientras que el ácido húmico realza la elongación celular a una magnitud mayor que la división celular, el ácido fúlvico posee el efecto opuesto (KONONOVA, citado por INDAGRO, 1999). En la primera etapa de desarrollo de la planta necesita un grupo de aminoácidos que promueve el mejor enraizamiento, brotación y floración esto lo realiza Biogen 1; los aminoácidos están dirigidos a la formación y acumulación de compuestos en el fruto, esto estimula Biogen 2 (FARMAGRO, 1999).

CUADRO 17. Comparación de promedios para los efectos principales; dosis de aplicación y momentos de aplicación en la altura de planta

Factores principales	Altura (cm)	
B : Dosis de aplicación		
b ₂	113.70	a
b ₁	110.68	b
C : Momentos de aplicación		
c ₃	114.39	a
c ₁	111.52	b
c ₂	110.66	b

Los promedios en columna unidos por igual letra no difieren estadísticamente (Duncan $\alpha = 0.05$)

c₁ : inicio de macollaje

b₁ : 0.50 l/ha

c₂ : al "embuchamiento"

b₂ : 1.00 l/ha

c₃ : inicio de macollaje +al "embuchamiento".

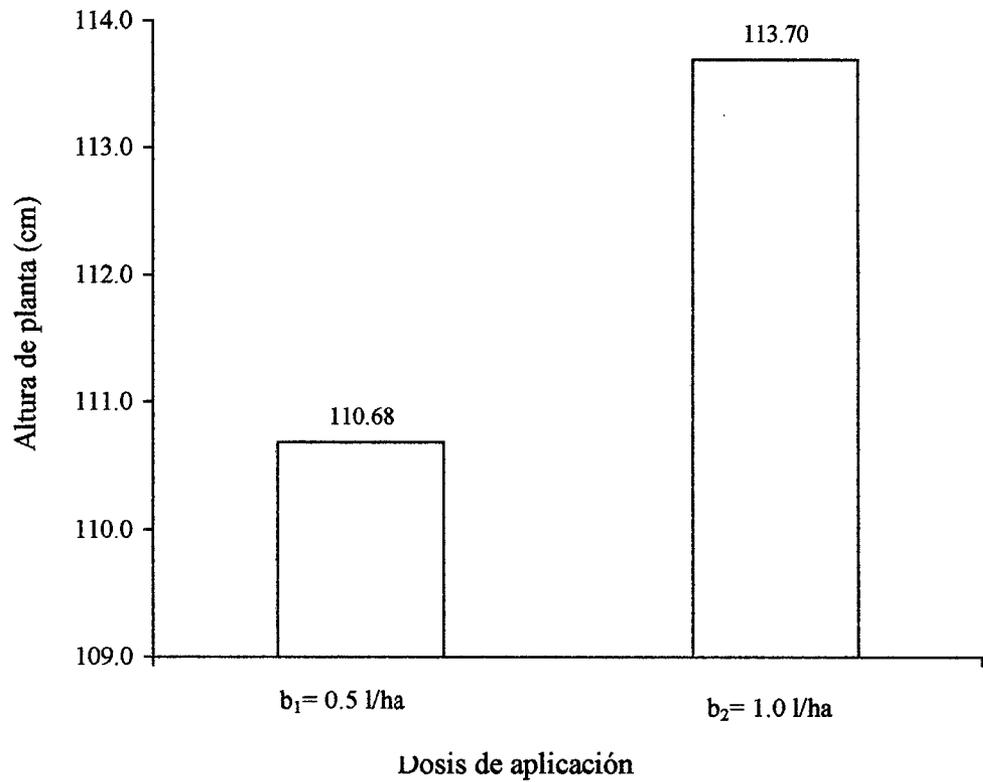


FIGURA 11. Efecto de la dosis de aplicación en la altura de planta.

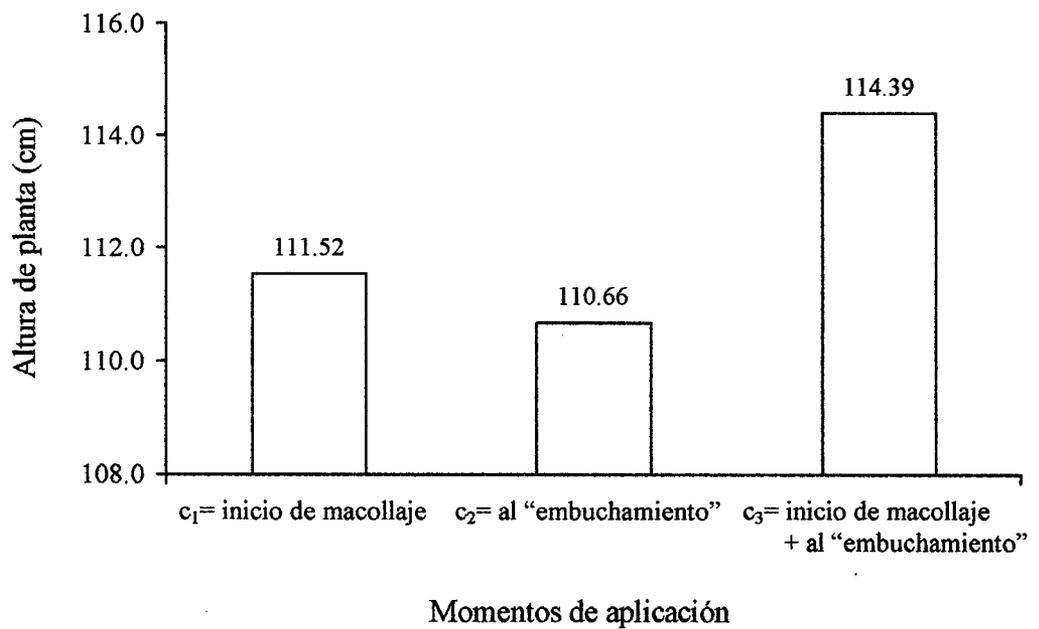


FIGURA 12. Efecto de los momentos de aplicación en la altura de planta.

4.3 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA

En el Cuadro 18 se presenta el análisis de rentabilidad económica, donde el tratamiento T_6 ($a_1b_2c_3$) alcanzó el mayor índice de rentabilidad (263.98%) con una relación beneficio/costo de 3.69, superando al resto de tratamientos en estudio. Esta superioridad alcanzada está directamente relacionada al mayor rendimiento alcanzado (12,058.33 kg/ha) más no así al costo de producción, ya que con este tratamiento se logró aumentar la producción en un 59.76% comparado con el testigo y sólo se gastó \$. 30.39 el que significa un gasto de 4.23% más que el testigo. De estos resultados se puede llegar a la conclusión de la importancia que tiene el suministrar a los cultivos nutrientes, eligiendo de manera correcta el producto, la dosis y momento de aplicación, de los cuales dependerá los márgenes de ganancia que se puedan obtener con los diferentes cultivos.

Los tratamientos que obtuvieron menor índice de rentabilidad económica fueron los tratamientos T_{13} ($a_3b_1c_1$) con 148.70% y T_{19} (testigo) con 140.74%, obteniéndose un beneficio/costo de 2.49 y 2.41 respectivamente. La baja rentabilidad obtenida por el tratamiento T_{13} ($a_3b_1c_1$) se puede atribuir a que el Biogen 2 es un bioestimulante recomendado como complemento del Biogen 1 y está diseñado para la segunda etapa de desarrollo de los cultivos es decir sirve para mejorar la calidad, peso y cuajado de frutos; es decir es recomendable aplicar al momento de la floración o inicio de cuajado de frutos.

CUADRO 18. Análisis económico de los tratamientos en estudio

Clave	Comb.	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso Bruto (\$/ha)	Costo de Producción (\$/ha)	Utilidad Neta (\$/ha)	Rentabilidad Directa (%)	Beneficio / costo
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	8259.26	1887.83	731.77	1156.06	157.98	2.58
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	8047.22	1839.36	731.77	1107.59	151.36	2.51
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	9730.01	2224.00	731.77	1492.23	203.92	3.04
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	9255.09	2115.45	746.97	1368.48	183.20	2.83
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	8381.95	1915.87	746.97	1168.90	156.49	2.56
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	12058.33	2756.17	746.97	2009.20	263.98	3.69
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	8778.24	2006.45	746.43	1260.02	168.81	2.69
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	8460.18	1933.76	746.43	1187.33	159.07	2.59
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	8982.87	2053.23	746.43	1306.80	175.07	2.75
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	9157.87	2093.23	776.28	1316.92	169.64	2.70
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	9029.63	2063.92	776.28	1287.64	165.87	2.66
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	9628.24	2200.74	776.28	1424.46	183.50	2.83
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	8121.76	1856.40	746.43	1109.97	148.70	2.49
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	8599.07	1965.50	746.43	1219.07	163.32	2.63
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	8918.97	2038.62	746.43	1292.19	173.12	2.73
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	9422.69	2153.76	776.28	1377.48	177.45	2.77
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	9300.93	2125.93	776.28	1349.89	173.86	2.74
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	9503.24	2172.17	776.28	1395.89	179.82	2.80
T ₁₉	TESTGO	7547.22	1725.08	716.57	1008.51	140.74	2.41

Precio de venta de arroz "capirona"	:	S/. 0.80
Tipo de cambio	:	S/. 3.50
Utilidad neta	:	valor de la producción – costo de producción.
Rentabilidad directa	:	(utilidad neta/costo de producción) x 100
Beneficio/costo	:	valor bruto de producción/costo de producción.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados y discusiones del estudio se concluye que:

1. El producto Actigibb aplicado al inicio de macollaje más al “embuchamiento” obtuvo un rendimiento promedio de 10894.17 kg/ha (a_1c_3); y el efecto individual de la dosis de 1.0 l/ha (b_2) generó un rendimiento de 9526.44 kg/ha.
2. El mayor número de panículas/m² fue producido por el Actigibb aplicado al inicio de macollaje más al “embuchamiento” ($a_1c_3 = 234.50$) y al efecto individual de la dosis de 1.0 l/ha ($b_2 = 226.30$). Así mismo mayor número de macollos por metro cuadrado fue ocasionado por el efecto individual de la dosis de 1.0 l/ha ($b_2 = 233.26$) y del momento de aplicación al inicio de macollaje más al “embuchamiento” ($c_3 = 234.39$).
3. La triple interacción Actigibb aplicado a dosis de 1.0 l/ha al inicio de macollaje más al “embuchamiento” generaron un mayor número de espiguillas por panícula ($a_1b_2c_3 = 197.80$). De igual forma la dosis 1.0 l/ha ($b_2 = 92.45$) generó el mayor porcentaje de espiguillas llenas por panícula.

4. El mayor peso de 1000 granos se debe a los efectos principales de la dosis de 1.0 l/ha ($b_2 = 26.35$ g), sumado al momento inicio de macollaje más al “embuchamiento” ($c_3 = 26.51$ g).

5. El tratamiento T_6 (Actigibb a dosis de 1.0 l/ha aplicado al inicio del macollaje más al “embuchamiento”), fue el que obtuvo mayor índice de rentabilidad (263.98%) con una relación beneficio/costo de 3.69 y una utilidad neta de 2009.2 dólares americanos, superando al resto de tratamientos en estudio. Los que menos índices de rentabilidad obtuvieron son tratamientos T_{13} (Biogen 2 a dosis de 0.5 l/ha aplicado al inicio del macollaje) con 148.70% y T_{19} (testigo) con 140.74%, con un beneficio/costo de 2.49 y 2.41 respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Considerando que el tratamiento T₆ obtuvo el mayor índice de rentabilidad económica (263.98%), se sugiere la aplicación del producto comercial Actigibb a dosis de 1.0 l/ha en el inicio de macollaje más al “embuchamiento” por haber generado el más alto rendimiento (12058.33 kg/ha) bajo condiciones edafoclimáticas de Tingo María.
2. Realizar trabajos de investigación con otros bioestimulantes nuevos a fin de comparar con el Actigibb en mayor número de dosis y en diferentes combinaciones en las etapas de inicio de macollaje más al “embuchamiento” a fin de determinar la tendencia lineal del rendimiento.

VII. RESUMEN

El presente experimento se llevó a cabo en el Fundo 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María Perú, con una duración de cinco meses (mayo – octubre de 1999). Se realizó con el fin de identificar el bioestimulante, la dosis apropiada y momento oportuno de aplicación que incremente el rendimiento del arroz variedad “Capirona” y a la vez determinar la rentabilidad de los tratamientos en estudio en el cultivo de arroz.

El terreno experimental estuvo constituido por 1122.0 m² distribuido en bloques de 330.0 m². Las características del suelo son pH = 5.4, materia orgánica = 1.19%, nitrógeno = 0.05%, fósforo disponible = 4.80 ppm y potasio = 114.0 kg/ha. Los tratamientos estaban conformados por la combinación entre bioestimulantes (Actigibb, Biogen 1 y Biogen 2) con dosis de aplicación (0.5 y 1.0 l/ha) y momentos de aplicación (al inicio del macollaje, al “embuchamiento” y al inicio del macollaje más al “embuchamiento”) más un testigo; los que fueron adoptadas al diseño de Bloque Completo Randomizado con arreglo factorial de 3 x 2 x 3 + 1 testigo adicional con 3 repeticiones.

Se evaluó rendimiento, número de panículas/m², número de macollos/m², número de espiguillas/panícula, porcentaje de espiguillas llenas, peso de 1000 granos, altura de planta y análisis de rentabilidad económica.

De los resultados se concluye que: El producto Actigibb aplicado al inicio de macollaje más al “embuchamiento” obtuvo un rendimiento promedio de 10894.17 kg/ha (a_1c_3), y el efecto individual de la dosis de 1.0 l/ha (b_2) generó un rendimiento de 9526.44 kg/ha. El tratamiento T_6 (Actigibb a dosis de 1.0 L/ha aplicado al inicio del macollaje más al “embuchamiento”), fue el que obtuvo mayor índice de rentabilidad (263.98%) con una relación beneficio/costo de 3.69 y una utilidad neta de 2009.2 dólares americanos, superando al resto de tratamientos en estudio. Los que menos índices de rentabilidad obtuvieron son tratamientos T_{13} (Biogen 2 a dosis de 0.5 l/ha aplicado al inicio del macollamiento) con 148.70% y T_{19} (testigo) con 140.74%, con un beneficio/costo de 2.49 y 2.41 respectivamente. Se atribuye el bajo resultado adquirido por el tratamiento T_{13} a que el Biogen 2 es un producto diseñado como complemento del Biogen 1, por lo que su aplicación en forma dividida no da buenos resultados.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

1. AZEVEDO, L. A. 1973. Evolucao de teor em materia organica do solos sujeitos a diferentes tratamentos. An. Inst. Super. Agron. Univ. Tec. Lisboa. Pp. 63 - 114
2. CALZADA, B. J. 1976. Métodos estadísticos. 3^{ra} ed. Lima-Perú. 643 p.
3. DEVLIN, R. 1980. Fisiología vegetal. 3^{ra} ed. Edit. Omega. Barcelona. 515p.
4. FARMAGRO. S.A. 1999. Bíogen; bioestimulante. Boletín informativo. Lima-Perú. 2p.
5. GARCIA, D. E. 1999. Manejo integrado del cultivo de arroz; Fisiología del cultivo del arroz y la influencia de los factores ambientales. Lambayeque-Perú. Pp. 45 – 56.
6. INDAGRO. 1999. Actiggib; bioestimulante. Registro de inscripción de producto químico formulado, Ministerio de Agricultura. Lima-Perú. 223p.
7. LIRA, S. R. H. 1994. Fisiología vegetal. Edit. Trillas. México. 237 p.
8. ORLOV, D. S. 1985. Humus Acids of soil. Oxonian Press. New Delhi. Pp. 18 - 25
9. PERDUE, E. M. 1985. Acidic functional gruops of humic Substances. New York. 120 p.
10. PORTA, C. J. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2^{da} ed. Edit. Mundi Prensa. Madrid - España. 849p.

11. RAMIREZ, R. 1995. Efecto de ácido húmico en las características físico-químicas del suelo y el desarrollo del cultivo de caña de azúcar, en la zona del valle del río Turbio. U.C.L.A. Blanquisimeto. Venezuela. 110p.
12. SENN, T. L. 1987. Seaweed and Plant Growth, Clemson Unuverity. 67 p.
13. TINARRELLI, A. 1989. El arroz, versión española de Ramón Carrero. 2^{da} ed. Edit. Mundi Prensa. Madrid - España. 575p.
14. WEABER, R. J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas. Edit. Trillas. México. 622p.

IX. ANEXO

CUADRO 19. Rendimiento en kg/parcela neta (7.2 m²) de arroz en cáscara a 14% de humedad

Tratamiento	Clave	I	II	III	Σ	Promedio
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	6.048	5.747	6.045	17.840	5.950
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	6.302	5.862	5.218	17.382	5.794
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	7.805	6.135	7.077	21.017	7.006
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	7.086	6.777	6.128	19.991	6.664
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	5.935	6.446	5.724	18.105	6.035
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	9.378	7.993	8.675	26.046	8.682
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	6.010	6.437	6.514	18.961	6.320
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	6.625	5.631	6.018	18.274	6.091
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	5.771	6.497	7.135	17.403	5.801
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	7.165	6.474	6.142	19.781	6.594
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	6.541	6.057	6.906	19.504	6.501
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	7.807	7.230	5.760	20.797	6.932
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	5.604	6.437	5.502	17.543	5.848
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	5.605	6.339	6.630	18.034	6.011
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	6.727	6.070	6.468	19.265	6.422
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	7.906	7.560	4.887	20.353	6.784
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	6.339	7.085	6.666	20.090	6.697
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	7.098	6.365	7.064	20.527	6.842
T ₁₉	Testigo	5.025	5.647	5.630	16.302	5.434

CUADRO 20. Rendimiento en kg/ha de arroz en cáscara a 14% de humedad.

Tratamiento	Clave	I	II	III	Σ	Promedio
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	8400.00	7981.94	8395.83	24777.77	8259.26
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	8752.03	8141.67	7247.22	24141.67	8047.22
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	10841.67	8520.83	9829.17	29190.03	9730.01
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	9841.67	9412.50	8511.11	27765.28	9255.09
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	8243.06	8952.78	7950.00	25145.84	8381.95
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	13025.00	11101.39	12048.61	36175.00	12058.33
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	8347.22	8940.28	9047.22	26334.72	8778.24
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	9201.39	7820.83	8358.33	25380.55	8459.18
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	8015.28	9023.61	9909.72	26948.61	8982.87
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	9951.39	8991.67	8530.56	27473.62	9157.87
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	9084.72	8412.50	9591.67	27088.89	9029.63
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	10843.06	10041.67	8000.00	28884.73	9628.24
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	7783.33	8940.28	7641.67	24365.28	8121.76
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	7784.72	8804.17	9208.33	25797.22	8599.07
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	9343.06	8430.56	8983.33	26756.92	8918.97
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	10980.56	10500.00	6786.50	28268.06	9422.69
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	8804.17	9840.28	9258.33	27902.78	9300.93
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	9858.33	8840.28	9811.11	28509.72	9503.24
T ₁₉	Testigo	6979.17	7843.06	7819.44	22641.67	7547.22

CUADRO 21. Número de panículas/m²

Tratamiento	Clave	I	II	III	Σ	Promedio
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	215	219	229	663	221.00
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	208	227	226	661	220.33
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	222	228	230	680	226.67
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	227	219	227	673	224.33
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	220	218	225	663	221.00
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	240	239	248	727	242.33
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	222	225	220	667	222.33
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	217	219	228	664	221.33
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	221	227	221	669	223.00
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	217	224	231	672	224.00
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	229	217	225	671	223.67
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	228	228	223	679	226.33
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	220	223	219	662	220.67
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	217	223	226	666	222.00
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	220	227	221	668	222.67
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	226	221	228	675	225.00
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	220	228	225	673	224.33
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	228	228	221	677	225.67
T ₁₉	Testigo	219	201	220	640	213.33

CUADRO 22. Análisis de variancia para el efecto simple; bioestimulante por momentos de aplicación en el rendimiento (kg/ha) de arroz en cáscara.

F. V.	G. L.	C.M.	
Efecto simple de AxC			
A en c ₁	2	82973.390	N.S
A en c ₂	2	864135.61	N.S
A en c ₃	2	5365308.440	A.S
C en a ₁	2	12040844.176	A.S
C en a ₂	2	478030.477	N.S
C en a ₃	2	292408.287	N.S
Error Experimental	36	801741.884	

N.S. : No significativo
A.S : Altamente significativo

CUADRO 23. Análisis de variancia para el efecto simple; bioestimulante por momentos de aplicación en el número de panículas/m².

F. V	G. L.	C.M.	
Efecto simple de AxC			
A en c ₁	2	0.38889	N.S
A en c ₂	2	10.05556	N.S
A en c ₃	2	203.72222	A.S
C en a ₁	2	335.38889	A.S
C en a ₂	2	7.38889	N.S
C en a ₃	2	2.8889	N.S
Error Experimental	36	28.22904	

N.S. : No significativo
A.S : Altamente significativo

CUADRO 24. Número de macollos/m².

Tratamiento	Clave	I	II	III	Σ	Promedio
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	228	223	231	682	227.33
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	221	227	232	680	226.67
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	237	230	233	700	233.33
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	234	225	236	695	231.67
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	225	228	230	683	227.67
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	250	241	254	745	248.33
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	232	227	227	686	228.67
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	229	221	234	684	228.00
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	235	230	224	689	229.67
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	223	234	237	694	231.33
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	235	229	227	691	230.33
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	229	241	229	699	233.00
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	236	225	220	681	227.00
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	222	229	234	685	228.33
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	236	230	222	688	229.33
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	229	231	237	697	232.33
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	240	229	227	696	232.00
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	230	230	238	698	232.67
T ₁₉	Testigo	233	201	225	659	219.66

CUADRO 25. Número de espiguillas/panícula

Tratamiento	Clave	I	II	III	Σ	Promedio
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	169.00	163.20	169.40	501.60	167.20
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	166.40	170.10	164.20	500.70	166.90
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	179.00	169.00	168.00	516.00	172.00
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	165.10	175.10	166.20	506.40	168.80
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	160.90	169.80	171.80	502.50	167.50
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	197.90	194.00	201.50	593.40	197.80
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	175.00	167.00	162.00	504.00	168.00
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	166.00	171.00	166.10	503.10	167.70
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	175.80	164.00	165.10	504.90	168.30
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	158.10	174.00	173.70	505.80	168.60
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	172.80	162.30	169.80	504.90	168.30
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	166.50	170.30	177.10	513.90	171.30
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	168.00	170.00	163.00	501.00	167.00
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	168.20	165.10	170.10	503.40	167.80
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	169.20	165.00	170.40	504.60	168.20
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	166.50	174.10	168.50	509.10	169.70
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	164.90	168.00	175.00	507.90	169.30
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	174.70	164.80	170.80	510.30	170.10
T ₁₉	Testigo	167.60	160.10	161.00	488.70	162.90

CUADRO 26. Análisis de variancia de la interacción; bioestimulante por dosis y momentos de aplicación para el número de espiguillas/panícula

F. V.	G. L.	C.M.	

Efecto simple de Ax _i B _j C _k			
A en b ₁ (c ₁)	2	0.840	N.S.
A en b ₂ (c ₁)	2	1.030	N.S.
A en b ₁ (c ₂)	2	0.730	N.S.
A en b ₂ (c ₂)	2	2.44	N.S.
A en b ₁ (c ₃)	2	14.070	N.S.
A en b ₂ (c ₃)	2	735.490	A.S.
B en a ₁ (c ₁)	1	3.840	N.S.
B en a ₂ (c ₁)	1	0.540	N.S.
B en a ₃ (c ₁)	1	10.935	N.S.
B en a ₁ (c ₂)	1	0.540	N.S.
B en a ₂ (c ₂)	1	0.540	N.S.
B en a ₃ (c ₂)	1	3.3750	N.S.
B en a ₁ (c ₃)	1	998.460	A.S.
B en a ₂ (c ₃)	1	13.50	N.S.
B en a ₃ (c ₃)	1	5.415	N.S.
C en a ₁ (b ₁)	2	24.57	N.S.
C en a ₁ (b ₂)	2	880.390	A.S.
C en a ₂ (b ₁)	2	0.270	N.S.
C en a ₂ (b ₂)	2	8.190	N.S.
C en a ₃ (b ₁)	2	1.120	N.S.
C en a ₃ (b ₂)	2	0.48	N.S.
Error Experimental	36	26.50722	

N.S	:	No significativo	
A.S	:	Altamente significativo	

CUADRO 27. Espiguillas llenas/panícula (%)

Tratamiento	Clave	I	II	III	Σ	Promedio
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	86.86	91.97	91.62	270.45	90.15
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	85.64	88.06	93.67	267.37	89.12
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	90.39	94.67	94.17	279.23	93.08
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	92.97	89.61	94.46	277.04	92.35
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	92.23	90.81	89.64	272.68	90.89
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	90.85	94.38	94.00	279.23	93.08
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	90.57	91.74	92.96	275.27	91.76
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	90.84	89.82	92.89	273.55	91.18
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	91.70	91.34	93.46	276.50	92.17
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	93.67	91.44	91.54	276.65	92.22
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	92.01	93.84	90.87	276.72	92.24
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	93.27	92.89	92.66	278.82	92.94
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	87.74	90.47	90.92	269.13	89.71
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	90.31	91.70	92.77	274.78	91.59
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	93.26	94.06	88.50	275.82	91.94
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	92.19	91.96	94.30	278.45	92.82
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	92.60	94.82	90.00	277.42	92.47
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	92.62	93.14	93.26	279.02	93.01
T ₁₉	Testigo	87.05	89.75	89.19	265.99	88.66

CUADRO 28. Peso de 1000 granos (g) de arroz en cáscara.

Tratamiento	Clave	I	II	III	Σ	Promedio
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	25.57	23.24	24.03	72.84	24.28
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	23.97	23.56	26.15	73.68	24.56
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	27.01	25.17	28.31	80.49	26.83
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	28.00	24.19	27.25	79.44	26.48
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	25.71	23.21	25.84	74.76	24.92
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	27.01	25.16	28.92	81.09	27.03
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	25.67	24.06	27.13	76.86	25.62
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	25.01	23.87	26.12	75.00	25.00
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	26.06	25.71	26.14	77.91	25.97
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	26.98	25.16	26.79	78.93	26.31
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	26.00	24.94	27.09	78.03	26.01
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	26.71	26.90	26.55	80.16	26.72
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	25.91	23.01	24.79	73.71	24.57
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	25.01	22.77	27.82	75.60	25.20
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	26.40	24.93	26.40	77.73	25.91
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	26.98	26.30	26.49	79.77	26.59
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	28.01	25.10	26.42	79.53	26.51
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	26.54	26.30	27.02	79.86	26.62
T ₁₉	Testigo	25.12	23.00	24.78	72.90	24.30

CUADRO 29. Análisis de variancia de la altura de planta de arroz (cm).

F. V.	G. L.	C.M	
Repetición	2	90.17132	A.S
Tratamiento	18	24.99119	N.S
Factorial	17	22.42989	N.S
Bioestimulante (A)	2	2.24922	N.S
Dosis de aplicación (B)	1	122.85375	A.S
Momentos de aplicación (C)	2	68.89812	A.S
A x B	2	5.12015	N.S
A x C	4	22.83479	N.S
B x C	2	3.10497	N.S
A x B x C	4	2.10497	N.S
Factorial Vs. Testigo	1	68.53326	S.
Error Experimental	36	43.20078	

C.V. = 2.85%

N.S: No significativo S: Significativo A.S: Altamente significativo

CUADRO 30. Altura de planta (cm).

Tratamiento	Clave	I	II	III	Σ	Promedio
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	112.81	107.41	108.82	329.04	109.68
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	105.90	107.52	112.08	325.50	108.50
T ₃	a ₁ b ₁ c ₃	119.52	112.82	114.58	346.92	115.64
T ₄	a ₁ b ₂ c ₁	114.12	108.10	115.88	338.10	112.70
T ₅	a ₁ b ₂ c ₂	115.11	108.63	106.20	329.94	109.98
T ₆	a ₁ b ₂ c ₃	116.68	114.60	125.12	356.40	118.80
T ₇	a ₂ b ₁ c ₁	107.86	114.76	109.87	332.49	110.83
T ₈	a ₂ b ₁ c ₂	108.55	108.04	113.98	330.57	110.19
T ₉	a ₂ b ₁ c ₃	114.50	107.85	111.01	333.36	111.12
T ₁₀	a ₂ b ₂ c ₁	111.23	110.25	115.90	337.38	112.46
T ₁₁	a ₂ b ₂ c ₂	117.39	104.11	112.40	333.90	111.30
T ₁₂	a ₂ b ₂ c ₃	113.41	113.12	118.95	345.48	115.16
T ₁₃	a ₃ b ₁ c ₁	114.69	105.09	106.92	326.70	108.90
T ₁₄	a ₃ b ₁ c ₂	108.71	107.71	114.12	330.54	110.18
T ₁₅	a ₃ b ₁ c ₃	115.12	109.81	108.37	333.30	111.10
T ₁₆	a ₃ b ₂ c ₁	116.02	112.37	115.32	343.71	114.57
T ₁₇	a ₃ b ₂ c ₂	116.02	113.17	112.15	341.34	113.78
T ₁₈	a ₃ b ₂ c ₃	119.52	114.91	109.19	343.62	114.54
T ₁₉	Testigo	109.61	99.23	113.00	321.84	107.28

CUADRO 31. Extracción de elementos por cosecha de arroz en kg/ha.

Nutrientes	Cosecha (kg/ha)		
	Grano	Paja	Total
	3200	5500	8700
N	70.85	21.07	91.92
P ₂ O ₅	16.90	5.88	22.78
K ₂ O	13.00	57.82	70.82
CaO	1.85	10.29	12.14
MgO	0.50	10.90	11.40

Fuente: Fuwills Agrícola N° 12

$$Q_n = \frac{\text{Ext.} - \text{Suelo (F}_1\text{)} - \text{M.O (F}_2\text{)}}{F_3}$$

Donde:

Q_n = cantidad de nutrientes requerido

Ext. = extracción de nutrientes por el cultivo

F₁ = cantidad de nutriente disponible en el suelo

F₂ = disponibilidad de nutrientes aportado como materia orgánica

F₃ = cantidad de nutrientes tomados de los fertilizantes aplicados (C.A.U)

CUADRO 32. Porcentaje de utilización para diferentes nutrientes.

Fuente	% obtenido por el cultivo durante el ciclo vegetativo		
	N	P	K
(F ₁) del suelo	40	10 - 40	40
(F ₂) de la materia orgánica	30	30	50
(F ₃) de los fertilizantes	30 - 70	20 - 30	50 - 80

CUADRO 33. Costo de producción del experimento.

Rubro	Unidad	Cantidad	Valor U. (S/.)	Total(S/.)
DIRECTOS				509.75
1 GASTOS DEL CULTIVO				
1.1 Preparación del terreno				89.50
- Limpieza del campo	Jornal	1.5	10.0	15.0
- Demarcación del campo	Jornal	1.0	10.0	10.0
- Limpia de tomas y canales	Jornal	1.0	10.0	10.0
- Horas máq.-arado-rastra	H-M	0.70	30.0	21.0
- Horas máq.-fangueo	H-M	0.45	30.0	13.5
- Bordeaduras	Jornal	2.0	10.0	20.0
1.2 Almacigo (45.0 m²)				25.00
- Limpieza	Jornal	0.5	10.0	5.0
- Remojo, fangueo y voleo de Semilla	Jornal	1.0	10.0	10.5
- Abonamiento	Jornal	0.5	10.0	5.0
- Deshierbos	Jornal	0.5	10.0	5.0
1.3 Transplante.				45.00
- Saca de almacigo y carguio	Jornal	1.0	10.0	10.0
- Transplante	Jornal	3.5	10.0	35.0
1.4 Labores culturales.				80.00
- Deshierbo manual	Jornal	2.5	10.0	25.0
- Control fitosanitario	Jornal	1.5	10.0	15.0
- Abonamiento	Jornal	1.0	10.0	10.0
- Aplicación de los tratam.	Jornal	3.0	10.0	30.0
1.5 Cosecha				70.00
- Siega	Jornal	2.5	10.0	25.0
- Carguio	Jornal	1.0	10.0	10.0
- Trilla	Jornal	2.5	10.0	25.0
- Pesado	Jornal	1.0	10.0	10.0

=====

2 GASTOS ESPECIALES.

2.1 Insumos y otros				200.25
- Semilla	kg	10.5	2.0	21.0
- Fertilizantes				
Urea	kg	43.00	0.84	36.12
Superfosfato T.	kg	22.00	1.26	27.72
Cloruro de P.	kg	11.22	0.94	10.55
- Bioestimulantes				
Biogen 1	l	0.02025	209.0	4.23
Biogen 2	l	0.02025	209.0	4.23
Actigibb	l	0.02025	106.4	2.15
- Pesticidas				
Kasumin	l	0.67	82.60	55.34
Metharon	l	0.34	47.0	15.98
Pegazol	l	0.17	29.0	4.93
- Análisis de suelo	Muestra	1.0	18.0	18.0

INDIRECTOS **50.98**

3 GASTOS GENERALES

- Imprevistos (10% de gastos directos) 50.98

4 RESUMEN

- Costos directos 509.75

- Imprevistos 50.98

5 VALORACIÓN DE LA COSECHA

- Rendimiento kg 1009.94 0.8 807.95

- Valor bruto de la producción 807.95

6 ANÁLISIS ECONÓMICO

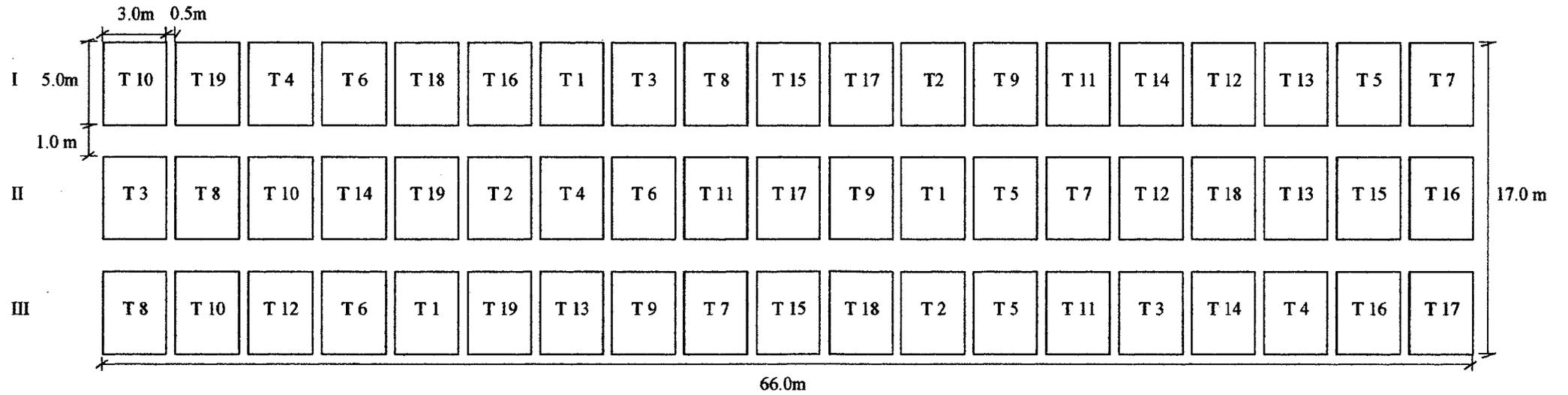
- Valor bruto de la producción 807.95

- Costo de la producción total 560.73

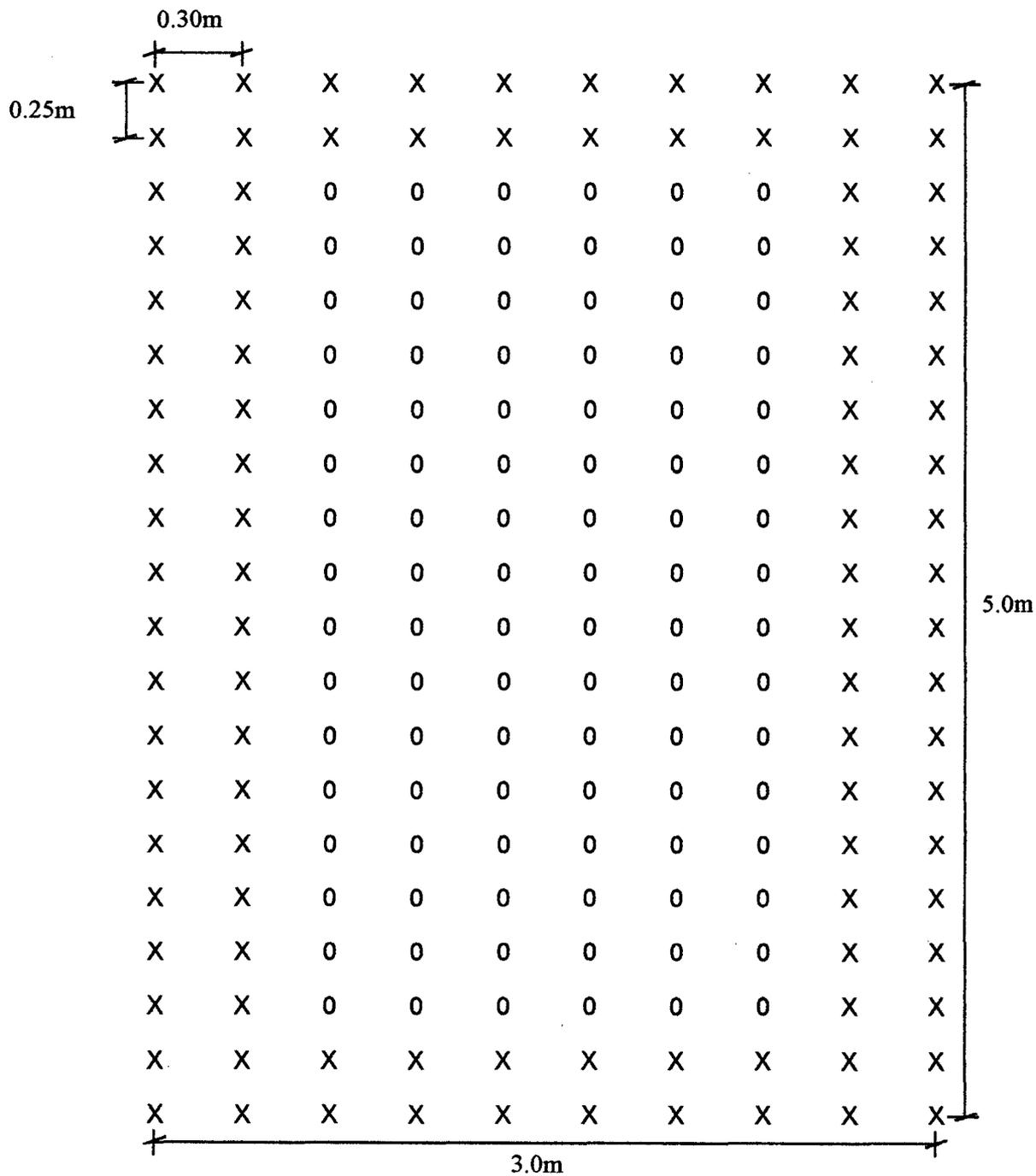
- Utilidad neta de la producción 247.22

=====

CROQUIS DEL EXPERIMENTO



DETALLE DE LA PARCELA



X = Plantas de borde
 O = Plantas de parcela neta