UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CUATRO VARIEDADES DE ARROZ *(Oriza sativa L)* BAJO DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA EN LA LOCALIDAD DE VILLA BORJANA, PROVINCIA BALLIVIAN - DEPARTAMENTO DEL BENI

Presentada por:

NELLY CALLE MOLLO

La Paz – Bolivia

2007

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGINIERIA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CUATRO VARIEDADES DE ARROZ (*Oriza sativa L*) BAJO DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA EN LA LOCALIDAD DE VILLA BORJANA, PROVINCIA BALLIVIAN – DEPARTAMENTO DEL BENI

Tesis de Grado presentado como requisito

parcial para optar el Título de

Ingeniero Agrónomo

Presentado por:

NELLY CALLE MOLLO

ASESORES

Ing. Niel Henry Quiroz Mamani ……

Ing. M.Sc. Ramiro Mendoza Nogales ……

TRIBUNAL REVISOR

Ing. M.Sc. Rene Calatayud Valdez ……

Ing. Luís Machicao Terrazas ……

Ing. M. Virginia Morales Castellón ……

Vo. Bo.....
Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera

DECANO

La Paz – Bolivia
2007

Dedicatoria.

A mis padres: Miguel Calle Calle y Virginia Mollo Marca, con todo amor y eterna gratitud por el sacrificio y esfuerzo realizado para mi formación profesional.

A mis hermanos: Gloria, Abdón, Lidia, Celia, Felipe, Carlos, Edgar y Daría por su constante apoyo para la conclusión de mis estudios.

A una persona muy especial a la Lic. Aída Lanza Morales por todo su apoyo incondicional y orientación para la conclusión de mis estudios superiores.

Agradecimiento

A nuestro amado Dios por permitirme concluir esta tarea con satisfacción en el alma y seguir el camino que me toca transitar.

A mi querida Bolivia, que mediante la Universidad Mayor de San Andrés permite a los jóvenes a acceder a una formación Superior gratuita, dotándoles del mejor instrumento.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por albergarme en sus aulas. A todo el plantel docente por la formación recibida, a los señores bibliotecarios y administrativos por su trato generoso.

A la Institución Misión Alianza Noruega, por haberme facilitado el material genético, para la realización del ensayo.

A mis asesores Ing. M.Sc. Ramiro Mendoza y Ing. Niel Henry Quiroz por su aceptación y colaboración desinteresada en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al tribunal revisor al Ing. M.Sc. René Calatayud, Ing. Luís Machicao y Ing. Virginia Morales por la revisión y corrección del presente trabajo de investigación.

A todos mis compañeros y amigos de la carrera de Ingeniería Agronómica, por el apoyo fraternal recibida en los años de estudio.

CONTENIDO

INDICE……. i
INDICE DE CUADROS……. iv
INDICE DE FIGURAS…….. v
INDICE DE ANEXOS……... vi
RESUMEN……. vii

INDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN…….. 1

1.1 Justificación…….. 3
2.0 Objetivos……... 4
2.1 Objetivo General……. 4
2.2 Objetivos Específicos……. 4
2.3 Hipótesis…….. 4

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA……. 5

2.1 Importancia y distribución geográfica del Arroz……. 5
2.1.1 Cultivo de Arroz en Bolivia……. 6
2.1.2 Producción de Arroz en la zona Yucumo – Rurrenabaque 7
2.2 Generalidades del cultivo del Arroz……. 7
2.2.1 Morfología y Taxonomia……. 7
2.2.2 Fisiología del proceso de crecimiento……. 8
2.2.3 Sistema de producción…….. 9
2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos del Arroz…….. 9
2.2.4.1 Clima 10
2.2.4.2 Temperatura……. 10
2.2.4.3 Nutrientes……. 11
2.3 Presencia de Plagas y enfermedades……. 12

2.3.1 Plagas…….. 12
2.3.2 Enfermedades…… 12
2.4 Épocas de siembra…… 13
2.5 Distancia de siembra……. 14
2.5.1 Cantidad de semilla ……... 14
2.5.2 Mejora genética…….. 14
2.5.3 Variedades…….. 15
2.5.4 Consideraciones sobre la introducción de variedades…… 15
2.5.5 Introducción de Variedades en la región…… 16
2.6 Rendimiento…… 17
2.7 Costos parciales de producción……... 17
2.7.1 Presupuestos parciales…… 17
2.8 Evaluación participativa con productores…… 17

3.0 LOCALIZACIÓN…… 19
3.1 Ubicación geográfica…….. 19
3.2 Condiciones Agro ecológicas…… 19
3.2.1 Clima 19
3.2.2 Suelo 19

4.0 MATERIALES Y METODOS……... 22

4.1. Materiales…… 22
4.1.1 Material experimental…… 22
4.1.2. Características del material vegetal…….. 23
4.2 Métodos…….. 24
4.2.1 Planeamiento del ensayo…… 24
4.2.1.1 Diseño experimental…… 24

4.2.1.2 Modelo lineal Aditivo…… 24
4.2.1.3 Comparación de medias…….. 24
4.2.2 Factores del ensayo…….. 24
4.2.2.1 Tratamientos…….. 24
4.2.3 Dimensiones de la parcela…… 24
4.2.4 Distancia y densidad de siembra……... 24
4.2.5 Variables de respuesta…… 28
4.2.6 Análisis económico parcial…….. 30
4.2.7 Datos meteorológicos…….. 31
4.2.8 Desarrollo del ensayo …….. 31
4.2.9 Evaluación Participativa con Productores…… 34

5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN…… 35

5.1 Influencia de las condiciones climáticas……... 35
5.1.1 Precipitación…… 35
5.1.2 Temperaturas…… 36
5.1.3 Humedad Relativa…….. 38
5.1.4 Análisis Físico y Químico del suelo…….. 39
5.2 Variables fenológicas…… 40
5.2.1 Días a la emergencia…….. 41
5.2.2 Días a la Floración…….. 42
5.2.3 Días a la Cosecha……... 46
5.2.4 Grado de Incidencia de plagas y enfermedades…… 50
5.3 variables agronómicas…… 51
5.3.1 Altura de planta …… 52
5.3.1 Número de panículas por golpe…… 54
5.3.2 Longitud de panículas…… 58
5.3.3 Número de granos por panícula……... 60
5.3.4 Porcentaje de granos maduros…… 62
5.3.5 Número de panícula por metro cuadrado…… 65
5.3.6 Peso de 1000 semillas……... 69
5.3.7 Rendimiento…… 71
5.4 Análisis del Beneficio costo de los tratamiento…… 74
5.4.1 Beneficio Bruto…… 74
5.5 Evaluación participativa con productores…… 76

6.0. CONCLUSIÓN…….. 77
7.0. RECOMENDACIÓN…… 80
8.0. BIBLIOGRAFIA……... 81

INDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Producción y rendimiento de Arroz a nivel mundial	5
Cuadro 2.	Arroz en Bolivia por departamentos (1998/1999)	6
Cuadro 3.	Fisiología del proceso de crecimiento	9
Cuadro 4.	Requerimientos edafológicos para el crecimiento del Arroz	23
Cuadro 5.	Factores y niveles del ensayo	25
Cuadro 6.	Tratamientos del ensayo	25
Cuadro 7.	Temperaturas máximas y mínimas Históricas y en el ensayo	37
Cuadro 8.	Analisis fisico químico del suelo	39
Cuadro 9.	Análisis de varianza para días a la emergencia	41
Cuadro 10.	Análisis de varianza para días a la floración	43
Cuadro 11.	Análisis de varianza de efecto simple para la interacción	45
Cuadro 12.	Análisis de varianza para días a la cosecha	46
Cuadro 13.	Análisis de varianza de efecto simple para la interacción	48
Cuadro 14.	Influencia de plagas y enfermedades	50
Cuadro 15.	Análisis de varianza para altura de planta	52
Cuadro 16.	Análisis de varianza para Número de panícula por golpe	55
Cuadro 17.	Análisis de varianza de efecto simple para la interacción	57
Cuadro 18.	Análisis de varianza para longitud de panícula	58
Cuadro 19.	Análisis de varianza para número de granos por panícula	60
Cuadro 20.	Análisis de varianza para porcentaje de granos maduros	63
Cuadro 21.	Análisis de varianza para Número de panícula por m^2	66
Cuadro 22.	Análisis de Varianza de efecto simple para la interacción	68
Cuadro 23.	Análisis de varianza para peso de 1000 semillas	69
Cuadro 24.	Análisis de varianza para rendimiento	72

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Localización geográfica del ensayo	21
Figura 2.	Croquis del ensayo	26
Figura 3.	Precipitación pluvial	35
Figura 4.	Temperaturas máximas, medias y mínimas durante el ensayo	37
Figura 5.	Humedad relativa registrada en la localidad de Villa Borjana durante el desarrollo del ensayo	38
Figura 6.	Días a la emergencia épocas	42
Figura 7.	Días a la floración en distintas épocas	43
Figura 8.	Días a la floración en distintas variedades	44
Figura 9.	Días a la floración de efecto simple	45
Figura 10.	Días a la cosecha en distintas épocas	47
Figura 11.	Días a la cosecha en distintas variedades	48
Figura 12.	Días a la cosecha de efecto simple	49
Figura 13.	Altura de planta en distintas épocas de siembra	53
Figura 14.	Altura de planta en distintas variedades	54
Figura 15.	Número de panícula por golpe en distintas variedades	56
Figura 16.	Número de panícula por golpe de efecto simple	57
Figura 17.	Longitud de panícula en distintas variedades	59
Figura 18.	Número de granos por panícula en distintas épocas	61
Figura 19.	Número de granos por panícula en distintas variedades	62
Figura 20.	Porcentaje de granos maduros en distintas épocas	64
Figura 21.	Porcentaje de granos maduros en distintas variedades	64
Figura 22.	Número de panícula por m^2 en distintas variedades	67
Figura 23.	Número de panícula por m^2 de efecto simple	68
Figura 24.	Peso de 1000 semillas en distintas variedades	70
Figura 25.	Rendimiento en distintas variedades	72
Figura 26.	Relación beneficio costo (B/C) de los tratamientos	74
Figura 27.	Nivel de preferencia de variedades por los agricultores	75

INDIICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Efecto de la temperatura (º C) sobre el crecimiento y desarrollo de la planta de Arroz
Anexo 2.	Análisis económico del beneficio costo de los tratamientos
Anexos 3.	Fotografías del ensayo
Anexos 4.	Cuestionario de evaluación participativa con productores
Anexos 5.	Datos de campo para diferentes épocas de siembra en las cuatro variedades de Arroz

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue motivado principalmente por los pocos estudios que se realizo en la zona sobre las diferentes variedades del cultivo de Arroz.
Para obtener un alto rendimiento en la cosecha es que se pretende establecer cuales son los meses del año adecuados a este propósito

El estudio se llevo a cabo en la gestión 2005/2006 en la colonia Villa Borjana núcleo 22 Provincia General José Ballivián del departamento del Beni, ubicada a 399 Km. de la ciudad de La Paz, latitud sur 15º 30' y 14º 30', y longitud Oeste a 67º 30' su altitud fluctúa entre 204 a 274 msnm.

Se sembró cuatro variedades de Arroz Jisunú, Jasaye, Cheruje y Dorado bajo dos épocas de siembra el 25 de septiembre y el 25 de octubre, evaluando el comportamiento agronómico de las variedades de Arroz (*Oriza sativa L*.).

Utilizando el diseño de parcelas divididas acomodadas en un diseño de bloques al azar teniendo ocho tratamientos y cuatro repeticiones de esta forma obteniendo 32 unidades experiméntales.

Los parámetros que se evaluaron son las variables fonológicas días a la emergencia, días a la floración y días a la cosecha; en las variables agronómicas longitud de panícula y el rendimiento por hectárea evaluando los siguientes perametros (altura de planta, número de panículas por golpe, número de granos por panícula, porcentaje de granos maduros, número de panícula por metro cuadrado, peso de 1000 granos). Las variedades utilizadas para el presente trabajo fueron variedad Dorado (local); Jisunú, Jasaye y Cheruje (Variedades introducidas).

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones climáticas las variedades que mayor rendimiento presentó el Cheruje con 4823.1 kg/ha y la

variedad que presentó menor rendimiento fue la variedad Dorado con un valor de 3865,1 Kg/ha en ambas épocas de siembra.

Según el análisis de B/C demostró que la variedad Cheruje en la época de siembra 25 de octubre presenta mayor B/C de 4.46 frente a las demás variedades. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede indicar que el comportamiento agronómico de las variedades introducidas de Arroz es efectivo en dicha región.

Por todo lo anteriormente dicho es que se vio la necesidad de realizar dicho estudio en base a las variables de respuesta.

1. INTRODUCCIÓN

El grano de Arroz esta considerado como un alimento básico e importante para la humanidad, se cultiva desde hace más de 7000 años con excepción de la Antártica todos los continentes del planeta producen Arroz, se siembra desde el Ecuador hasta latitudes de 53° norte y 35° a 40° sur y en las regiones tropicales de hasta 2400 metros sobre el nivel del mar.

El Arroz se cultiva en todos los departamentos con excepción de Oruro y Potosí, los principales departamentos productores de arroz son Santa Cruz, La Paz y Beni.
En Trinidad capital del departamento del Beni se siembra Arroz desde el año 1974, cuando la Misión Técnica Agrícola de la República China realizó las primeras investigaciones conjuntamente con la Corporación de Desarrollo del Beni, consiguiendo resultados óptimos y variedades adaptadas de gran calidad para la región hasta el día de hoy.

El Arroz constituye la base alimenticia de grandes regiones desarrolladas y en vías de desarrollo, el incremento de su producción es un elemento esencial en la lucha contra el hambre y la desnutrición.

El Arroz es un componente importante en la nutrición latinoamericana, ya que posee nutrientes que son necesarios para el organismo, como ser energía, proteínas, grasas, carbohidratos, fibra cruda, calcio, fósforo, hierro vitamina B, niacina y vitamina C.

En Bolivia como en otros países vecinos el Arroz es actualmente el alimento preferido y consumido por la mayoría de los habitantes.

El departamentos del Beni con 362.524 habitantes (INE CENSO 2001) también se constituye en un importante consumidor de Arroz además de ser uno de los principales rubros agrícolas existentes ya que es cultivado por los pequeños

agricultores de la región en forma tradicional y en grandes extensiones a nivel mecanizado e intensivo.

En esta región en las diferentes localidades como Canán, Villa Borjana, El Palmar y Villa Aroma fueron introducido las variedades Sacia – 1 (Tacú), CT6919, Colombiano, IRGA – 409 con rendimientos promedios de 3266Kg/ha, 2760Kg/ha, 488Kg/ha y 1345.96Kg/ha respectivamente (Arteaga, 1996).

Existe un Interés Creciente de la población por el incremento de los cereales como es el Arroz optimizando su rendimiento. Los problemas por los cuales se tienen bajos rendimientos a un nivel regional pueden deberse a la falta de variedades resistentes a enfermedades, así como por falta de genotipo con alto rendimiento y el manejo adecuado.

Actualmente en Bolivia existe una gran cantidad de variedades introducidas en nuestro país, pero en el mercado son mas conocidas como variedades cateto, estaquilla, carolina, del mismo modo en dicha región las variedades antes mencionadas se difunden en su mayoría.

Por lo que se pretendió ensayar tres variedades procedentes del centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) en la localidad de Villa Borjana con variedades como Jisunú, Jasaye y Cheruje con la finalidad de brindar una alternativa sostenible de producción de Arroz, que pueda satisfacer los requerimientos en cuanto a calidad alimenticia y a costos se refiere.

Se considero como un cultivo alternativo para la producción tradicional a secana, que da al agricultor un menor gasto sin disminuir la calidad del grano de Arroz. Por lo que se buscó la época adecuada y la oportunidad de aprovechar mejor los rendimientos en dicha estación del año. Además que los agricultores de la región adquieran mayor conocimiento en cuanto a las características de nuevas variedades.

1.1 Justificación

El sistema de producción de Arroz que se desarrolla en la localidad de Villa Borjana es el sistema tradicional y a secano, donde el agricultor tropieza con innumerables problemas durante el desarrollo del cultivo, ocasionando bajos niveles de rendimiento por hectárea.

Este bajo rendimiento en la zona puede ser atribuido a los métodos de uso de tierra, a la calidad de semilla, a la variedad, al manejo de fertilidad del suelo y a las prácticas de post cosecha, etc. Todo esto ocurre debido a la falta de alternativas que puedan mejorar los aspectos de producción y a la falta de capacitación técnica.

Entre estas alternativas está la introducción de nuevas variedades de Arroz a secano para pequeños agricultores, y la siembra en dos épocas para determinar cual es la mejor época para sembrar en esta localidad, con el fin de sacar antes la cosecha y acomodar en los mercados nacionales a mejores precios.

Guzmán (2002), menciona que la primera decisión del agricultor debe ser la de sembrar solo variedades recomendadas y estas variedades deben ser elegidas por sus características agronómicas y de acuerdo con la zona y sistema de producción. Respecto a esto el CIAT (2003), indica que las variedades recomendadas para el sistema chaqueado son: Jisunú, Jasayé, Cheruje y Jacuú.

La época de siembra depende mucho de la precipitación pluvial y la variedad; las variedades deben ser elegidas de acuerdo a sus características agronómicas y de acuerdo a la zona de producción (CIAT – Bolivia, 1996).

Siendo uno de los principales problemas de la zona el bajo rendimiento, debido principalmente a que no existe ningún proyecto de mejoramiento ó introducción

de variedades de Arroz. Nace la necesidad de realizar dicho estudio ensayos con alternativas que puedan permitir mejorar la situación actual del agricultor.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de Arroz (*Oriza sativa L.*) bajo dos épocas de siembra en la localidad de Villa Borjana, Provincia Ballivián departamento del Beni.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las características Fenológicos y agronómicas de cuatro variedades de Arroz.

- Evaluar el efecto épocas de siembra de cuatro variedades de Arroz.

- Realizar el análisis del beneficio costo para cada tratamiento.

1.2.3 Hipótesis

- Las cuatro variedades de Arroz no presentan diferencias en sus características fenológicas y agronómicas.

- Las épocas de siembra no presentan diferencias en el comportamiento agronómico de cuatro variedades de Arroz.

- No existen diferencias en el análisis del beneficio costo para cada tratamiento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importancia y distribución geográfica del Arroz

FAO (2001), Menciona el Arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, cada persona consume entre 100 a 240 kilos de arroz al año a nivel mundial y más de cuatro quintos del Arroz mundial se producen y consumen por pequeños agricultores de los países de bajos ingresos y en vías de desarrollo.

Cuadro 1. Producción y rendimiento de arroz a nivel mundial

País	Producción (toneladas)	Rendimiento (Kg/ha)
China	190.389.16	6.24
India	135.000.00	3.02
Indonesia	51.000.00	4.42
Vietnam	32.000.00	4.18
Bangladesh	29.856.94	2.85
Tailandia	23.402.90	2.34
Myanmar	20.000.00	3.33
Japón	11.750.00	6.52
Brasil	10.940.50	3.01
Filipinas	12.500.00	3.20
USA	8.692.80	6.96
Republica de Corea	7.270.50	6.88
Colombia	2.100.00	4.77
Perú	1.664.70	5.54
Venezuela	737.00	4.91
Mundo	592.873.25	3.86

Fuente: FAO (2001)

Además de su importancia como alimento, el Arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África, América, y en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas.

En América Latina el arroz se cultiva en casi todos los países, el sistema prevaleciente es el cultivo a secano dominado por el Brasil, donde se usan sistemas tradicionales y mecanizados. Litsinger (1993), menciona que el arroz irrigado se cultiva en casi todos los países productores con excepción de Bolivia.

2.1.1 Cultivo de Arroz en Bolivia

Montes de Oca (1994), Menciona que las principales áreas de cultivo de Arroz en Bolivia se encuentran en los departamentos de Santa Cruz (Provincias Ichilo, Gutiérrez, Santiesteban, Warnes y Ibáñez); La Paz (Zonas de Alto Beni y Caranavi); Cochabamba (Provincias Carrasco y Chapare); y áreas con una producción menor el Beni y Pando.

Cuadro 2. Arroz en Bolivia por departamentos (1998/1999)

Departamento	Superficie Cultivada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (kg/ha)
Santa Cruz	83.000	113.288	1.360
La Paz	12.760	22.200	1.724
Cochabamba	11.900	20.500	1.723
Beni	11.800	20.800	1.763
Pando	5.220	8.800	1.688
Tarija	1.860	2.700	1.452
Chuquisaca	900	1.300	1.444
Nacional	127.740	189.388	1.483

Fuente: MAGDER (2000)

En Bolivia se practican tres sistemas de cultivo de Arroz; secano mecanizado con 85.9 % del área total; secano chaqueado 10.8 % e irrigado 3.2 % (Producción estimada según sondeos realizados en la campaña 95/96 por el CIAT y FENCA) (CIAT – Bolivia, 1996).

2.1.2 Producción de Arroz en la zona Yucumo – Rurrenabaque

Consejo Regional de Semillas de La Paz (1994), En la zona de Yucumo – Rurrenabaque el cultivo de Arroz representa el 59% de los cultivos en limpio y esta destinada a la venta y autoconsumo, de acuerdo a encuestas personales, la distribución porcentual realizada en la zona es la siguiente 52% de la producción total esta destinada a la comercialización en los mercados locales, 38% se destina a autoconsumo y 10% para la siguiente siembra.

2.2 Generalidades del cultivo del Arroz

2.2.1 Morfología y taxonomía

El arroz (*Oryza sativa)* es una monocotioledónea perteneciente a la familia *Poaceae.*

- **Raíces.-** Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.
- **Tallo.-** El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm. de longitud.
- **Hojas.-** Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.
- **Flores.-** Son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.
- **Inflorescencia.-** Es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo.

- Grano.- El grano de Arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de Arroz (cariópside) con el pericarpio pardusco se conoce como arroz café; el grano de Arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el Arroz rojo.

Chandler (1993), El Arroz es una planta cuyo ciclo vegetativo oscila entre 90 a 150 días, dependiendo de la variedad cultivada, puede incorporarse como cultivo a secano y acuático; el Arroz a secano es cultivado como cualquier otro cereal, se caracteriza esencialmente por la ausencia de toda irrigación del terreno, donde el cultivo depende de la precipitación pluvial.

David B. y Parson S. (1982), El Arroz pertenece a la familia de las gramíneas y al género *Oryza*. Este género comprende varias especies, de las cuales el Arroz es la más importante. Es una planta de ciclo anual, mide entre 50 y 150 cm. de altura y algunas especies alcanzan alturas mayores de 150 cm. La parte comercial o aprovechable de la planta es el *Grano*, botánicamente es una Cariopsis cubierta por la lema y la palea.

2.2.2 Fisiología del proceso de crecimiento

El ciclo completo de vida de las plantas de Arroz puede dividirse en tres fases principales, que son:

Fases	Duración
1. Fase vegetativa	De 25 a 65 días para mayoría de las variedades
2. Fase Reproductiva (del comienzo de la formación de las panojas a la floración)	Unos 35 días, sea cual fuere la variedad.
3. Fase de maduración (de la floración a la maduración)	De 25 a 35 días, sea cual fuere la variedad.

2.2.3 Sistemas de producción

El CIAT – Bolivia (1996), menciona que en el cultivo de Arroz existen dos sistemas de producción, que son: sistema en chaqueado y sistema mecanizado; el chaqueado practican principalmente los pequeños agricultores y consta de tres etapas básicas: corte, secado y quema.

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos del Arroz

Los requerimientos edafológicos para el crecimiento óptimo del Arroz de acuerdo a datos de la División Agronómica del IRRI (Instituto Internacional de Arroz de las Filipinas) citado por Litsinger (1993), son los siguientes:

Cuadro 3. Requerimientos edafológicos del cultivo de Arroz

Características	Suelo
Profundidad (cm.)	20
Ph (del suelo)	5.5 a 6.5 (seco)
CEC (meq/100 gr.)	> 20
Materia orgánica (del suelo)	2 a 3
Nitrógeno Total (%)	> 0.2
Fósforo total (mg. /Kg.)	10 a 15
Potasio cambiable (meq/100 gr.)	> 0.2

Fuente: Litsinger (1993)

Los suelos recomendables son los arcillosos con capa gruesa con más del 2.1 % de materia orgánica, pH entre 5.5 a 8, siendo él optimo de 6 a 7. No es recomendable cultivar el Arroz en suelos arenosos, a no ser que se mejoren sus condiciones con prácticas de manejo adecuadas (CIAT – Bolivia 1996).

La temperatura óptima diurna para el crecimiento oscila entre los 21 y 25 ºC y una temperatura nocturna no inferior a los 21 ºC; tanto las temperaturas muy altas

(superiores a los 40 ºC) como las demasiado bajas, son perjudiciales para la planta (CIAT – Bolivia, 1996).

2.2.4.1 Clima

Los factores climáticos tales como la temperatura, la radiación solar y el viento tienen influencia sobre el rendimiento del Arroz ya que afectan el crecimiento de la planta y los procesos fisiológicos relacionados con la formación del grano. Estos factores también afectan indirectamente el rendimiento aumentando el daño causado por las plagas y las enfermedades.

2.2.4.2 Temperatura

La temperatura óptima diurna para el crecimiento oscila entre los 21 y 25 ºC y una temperatura nocturna no inferior a los 21 ºC; tanto las temperaturas muy altas (superiores a los 40 ºC) como las demasiado bajas, son perjudiciales para la planta (CIAT – Bolivia, 1996).

Las altas y bajas temperaturas por encima y por debajo de los límites críticos afectan el rendimiento de grano ya que inciden sobre el macollaje, la formación de espiguillas y la maduración (Anexo 1). Las bajas temperaturas limitan la duración del período y la tasa de crecimiento y el desarrollo de las plantas de Arroz. Las altas temperaturas causan estrés térmico sobre las plantas de Arroz.

Hasta el momento de la iniciación del primordio de la panoja, los puntos de crecimiento de las hojas y los tallos están debajo del agua y la temperatura del agua controla el crecimiento y el desarrollo de la planta. La elongación de las hojas y la altura de la planta son afectadas, sin embargo, por la temperatura del agua y del aire. En las primeras etapas de crecimiento la temperatura del agua afecta el rendimiento por su incidencia sobre el número de panojas por planta, el número de espiguillas por panoja y el porcentaje de granos que maduran. En las etapas posteriores la temperatura del aire afecta el rendimiento incidiendo sobre el porcentaje de espiguillas no fertilizadas y el porcentaje de granos que maduran.

Existen variedades con tolerancia a bajas temperaturas durante la etapa de plántula. En caso necesario, es preferible seleccionar variedades que presenten resistencia al frío y que estén adaptadas a la región.

Las temperaturas por debajo o por encima del rango normal afectan adversamente las fases vegetativas y reproductivas de las plantas, tal como se describe más adelante.

- Germinación y crecimiento de la plántula

La temperatura óptima para una buena germinación está comprendida entre 20°C y 35°C mientras que para la emergencia de la plántula y el crecimiento inicial se encuentra entre 20°C y 30°C.

- Macollaje

La temperatura óptima para un macollaje vigoroso está comprendida entre 25°C y 31°C.

De acuerdo a Chandler (1993), para el desarrollo del cultivo se requiere un mínimo de 1500 mm de precipitación pluvial anual para tener cosechas aceptables, por otro lado el (CIAT – Colombia, 1991), menciona que en la floración exige entre 70 y 80 % de humedad relativa, el viento leve tiene una acción positiva en la aceleración de la transpiración; pero un viento mas fuerte puede provocar daños en las plantas.

2.2.4.3 Nutrientes

Vergara (1990), Los nutrientes que necesitan la planta de Arroz es Nitrógeno, el Potasio y el Fósforo en grandes cantidades (14 - 14 -14) por que son vitales en el proceso del desarrollo de la planta, y pueden ser suministrados por los fertilizantes el carbono, el oxigeno y el Hidrogeno.

CIAT (1996), Indica que de los nutrientes exigidos por la planta de Arroz Los tres mas importantes son: nitrógeno N, Fósforo P y Potasio K, en menor cantidad requiere de otros elementos, como el Calcio, Magnesio, Zinc y Silicio.

2.3 Presencia de plagas y enfermedades

2.3.1 Plagas

Según Terrazas (2003), el chinche negro "petilla" (*Tibraca limbativentris*) es la plaga que mas daño causa, este insecto succiona la savia del tallo, obstruyendo la circulación del agua y nutrientes, producen el síntoma de corazón muerto o panícula vana cuando la planta tiene mayor desarrollo vegetativo, actuado como plaga en tiempo de sequía.

Por otra parte las plagas de menor importancia son: Gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae),* Chinche de grano (*Oebalus spp*), saltamontes y el salivazo.

2.3.2 Enfermedades

Uno de los principales enfermedades en el cultivo de Arroz en zonas donde hay mayor humedad es el falso carbón del Arroz (*Ustilago virens*), que se manifiesta en las panojas, en la fase de maduración, cuando los granos se desarrollan en bolsa de esporas aterciopeladas, verdosas o amarillentas, que se agrandan mucho en etapas posteriores. Estos cuerpos son de superficie verde y anaranjado por dentro. A veces pueden verse las glumas de los granos originales en la superficie de las bolsas del falso carbón, o pueden estar encerradas dentro del crecimiento. Su desarrollo es favorecido por altas humedades relativas e intensas precipitaciones, siendo afectado en menor porcentaje a las enfermedades como el Bruzone o piricularia (*Pyricularia orizae*) y Mancha marrón (*Helmintosporium orizae*) todas causadas por hongos, (Costa *et. al*, 1976).

2.4 Épocas de siembra

Según Berlijn (1991), Los requisitos del cultivo, en cuanto a temperatura, humedad y luz son los factores principales del ambiente que determinan en que mes o semana del año se debe sembrar, para obtener los mejores resultados. En las zonas tropicales donde la temperatura como el largo del día o luz es bastante uniforme será el factor Humedad y el que determina, en principio la época de siembra. En las zonas templadas serán más bien la temperatura y el largo del día los que determinan el momento optimo de siembra.

Robles (1990), Indica que las épocas varían de un lugar a otro por que en cada zona la temperatura y la humedad son diferentes y la temporada de lluvias no principia en todas partes al mismo tiempo, esto ocurre también en las regiones donde se dispone de agua de riego, según la zona y la variedad que se utilice.

Por lo general la siembra de temporal se inicia al empezar el periodo de lluvias en cada localidad, aunque existen zonas donde se hacen antes y después de que se normalicen las lluvias.

Guzmán (2002), Recomienda que la época de siembra en general para todas las zonas arroceras abarca desde los primeros días de noviembre hasta mediados de diciembre. Las siembras fuera de épocas (muy tempranas o muy tardías) tienen problemas de mayor incidencia de enfermedades, plagas y ataques de pájaros; las siembras excesivamente tardías no son convenientes por que la floración coincide con los primeros fríos lo que provoca el saneamiento de las espiguillas.

El CIAT – Bolivia (1996), Menciona que las mejores épocas de siembra son los meses de octubre y noviembre, en las cuales se obtuvieron rendimientos en kg/ha de Blue bell 2495; Dorado 2540, Cica 8 2949; Tacú 3229, Tari 3424; Tutuma 3163, Jisunú 3015 y 3295 en el departamento de Santa Cruz.

2.5 Distancia de siembra

Guzmán (2002), Mediante una densidad adecuada se proporciona a cada planta el espacio necesario para aprovechar al máximo la luz, el agua y los nutrientes, sin dejar lugar a la invasión de malezas ni desaprovechar el terreno. En sistema chaqueado, la siembra se realiza a golpe con punzón o con sembradora manual (matraca) con espaciamiento de 30 x 30 cm y 30 x 40 cm en cuadro. En siembras muy espaciados no se aprovecha el terreno adecuadamente y se da lugar al desarrollo de las malezas, ocasionando una reducción en el rendimiento del laboreo.

2.5.1 Cantidad de semilla

CIAT – Bolivia (1996), Toma en cuenta el sistema de cultivo la cantidad de semilla a utilizarse en la siembra en chaqueado es de 25 a 35 kg/ha, lo cual equivale aproximadamente de 8 a 12 semillas por golpe.

2.5.2 Mejora genética

Las variedades de Arroz cultivadas han ido variando en los últimos años, mediante una gradual renovación de las más antiguas, en función de las mejores características; provocando la desaparición de determinadas variedades, pues las nuevas ofrecen mejores rendimientos, una mayor resistencia a enfermedades, altura más baja, mejor calidad de grano o una mayor producción. (www.infoagro, 2002)

Los programas de mejora genética se basan en la producción de plantas de Arroz dihaploides, mediante el cultivo de anteras de plantas obtenidas a partir de cruzamientos previos. El empleo de líneas haploides incrementa la eficiencia de selección de caracteres de origen poligénico y facilita la detección de mutaciones recesivas. El cultivo in vitro continuado de líneas de cultivo de anteras origina

variaciones génicas, en este caso denominadas gametoclonales, que han dado lugar a nuevas variedades de Arroz.

2.5.3 Variedades

Guzmán (2002), La primera decisión del agricultor debe ser la de sembrar solo variedades recomendadas y estas variedades deben ser elegidas por sus características agronómicas y de acuerdo con la zona y sistema de producción. Las características agronómicas de las variedades recomendadas para el sistema mecanizado son las variedades: Tari (Sacia 2), Urupé (Sacia 5), Panacú, Jisunu (Sacia 4) y para el sistema chaqueado las variedades Jisunú (Sacia 4), Jasayé, Cheruje (Sacia 8) y Jacuú (Sacia 9).

El Consejo Regional de Semillas de La Paz (1994), Menciona como principales variedades de Arroz cultivadas en Bolivia a las siguientes: Cheruje, Jacuu, Jasaye, tutuma, Blue bell, Blue Bonet y Dorado.

2.5.4 Consideraciones sobre la introducción de variedades

Chandler (1993), Menciona que el Arroz es una de las plantas más adaptables a diversas condiciones ambientales, relacionadas con el clima y suelo. Se cultiva en casi todas partes del mundo, existen muchas variedades, cada una de las cuales se adapta a una región especial.

Berlijn (1991), Indica que la introducción de variedades es uno de los primeros pasos en el mejoramiento, ya que se ha podido establecer que variedades introducidas se han usado directamente en la producción comercial, mientras que otras han tenido solo un carácter experimental y con cierta frecuencia han sido también el punto de partida para programas de fitomejoramiento.

El CIAT – Bolivia (1996), Indica que la introducción de variedades es una de las estrategias que mayormente se ha utilizado en Bolivia, consiste en introducir

variedades obtenidas por centros internacionales de investigación que permiten identificar líneas avanzadas con características sobresalientes.

2.5.5 Introducción de variedades en la región

Zarate (1996), en su ensayo Evaluación agronómica de dos variedades de Arroz a inundación bajo tres sistemas de cultivo de plántula en la provincia José Ballivián Beni Bolivia reporta la variedad Blue bell bajo inundación como variedad de alto rendimiento con 2400 Kg/ha.

Según Carvajal Valencias, (2003).Realizo un estudio de Evaluación de cinco metodos de control de malezas en el cultivo del Arroz en la localidad de Yucumo, obtuvo un rendimiento libre de malezas de 3110 Kg/ha y con el control químico de 2660 Kg/ha .

Limachi (2003) en su ensayo Evaluación agronómica de variedades de Arroz en monocultivo y asociación con fríjol en la localidad de Caranavi, reporta a la variedad Tacú como una variedad de alto rendimiento monocultivo con 2510 kg/ha, seguido por las variedades Jisunú y Tutuma con 2402 y 2339 kg/ha respectivamente, en tanto que la variedad local Cateto obtuvo el rendimiento más bajo con 1864 kg/ha.

Quiroz (2004), reporta rendimientos de 3180.36 kg/ha con la variedad Jasaye siendo esta la más rendidora, en su ensayo de Evaluación agronómica de variedades precoces y variedades tardías en la zona de Alto Beni.

2.6 Rendimientos

El CIAT – Bolivia (1996), Menciona que los rendimientos en kg/ha de las variedades de Arroz en el departamento de Santa Cruz, son las siguientes; Bluebelle 2495; Dorado 2540, Cica - 8 2949; Tacú 3229, Tari 3424; Tutuma 3163, Jisunú 3015 y 3295 para la variedad Urupé.

Plan de Desarrollo Municipal (PDM) – Caranavi (2001), Indica el rendimiento promedio de Arroz en chala en las zonas de Caranavi, Alcoche y Santa Fé es de 1058 kg/Ha, los cuales equivalen a 23 quintales por hectárea, en tanto que las superficies cultivadas de Arroz promedio por agricultor no exceden más de 12 hectáreas, con las variedades cateto (Dorado) y estaquilla entre las más difundidas.

2.7 Costos Parciales de Producción

Según Perrin (1988), El análisis de costos parciales se realiza con el propósito de identificar los tratamientos que mas beneficios pueden otorgan los agricultores de cada región en términos económicos.

2.7.1 Presupuestos Parciales

Se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

2.8 Evaluación participativa con productores

Con frecuencia los productores no utilizan las tecnologías recientemente desarrolladas en la forma en que los investigadores esperan, abundan las experiencias sobre recomendaciones agronómicas ignoradas en relación con equipos y/o tecnologías que no han logrado adaptarse ó con nuevas variedades de cultivo rechazadas por los productores (Ashby, 1991).

La evaluación participativa con productores es un conjunto de métodos diseñados para permitir contribuir activamente en las decisiones para planear y ejecutar la generación de nuevas tecnologías agrícolas. La entrevista de evaluación con productores se pueden realizar durante el desarrollo del cultivo en campo ó después de las cosecha (Ashby, 1991).

a) Evaluación absoluta: Donde cada alternativa es juzgada según sus méritos; a cada una se le asigna una preferencia (aceptación o rechazo) o puntaje.

b) Ordenamiento entre alternativas: Desde la que más le gusta hasta la que menos le gusta.

c) Comparación entre pares: cada opción tecnológica se juzga como mejor o peor para compararla con otro tratamiento básico, tal como la propia tecnología del productor, o al compararla con todas las demás en conjunto.

3 LOCALIZACIÓN

3.1 Ubicación geográfica

Según IGM (2006), Geográficamente se halla ubicado entre los 15° 30' y 14° 30' de latitud sur, siendo dividida por el meridiano de longitud oeste en 67°30', su altitud fluctúa entre 204 a 274 msnm. Donde se llevó a cabo el trabajo de investigación en la localidad Villa Borjana, Provincia José Ballivián del departamento de Beni.

3.2 Condiciones Agroecológicas

Según Zarate (1996), La zona de Yucumo - Rurrenabaque localmente es denominado pie de monte, que nace de las últimas estribaciones de la serranía del Pilón y continúa con la iniciación de los llanos de topografía irregular a plana. La topografía irregular presenta áreas con pendientes mayores de 3%. Se halla surcada por ríos y arroyos en un número de 55, la mayoría mantienen aguas permanentes.

Terceros *et, al* (1994), citado por Carvajal (2003), Menciona que el clima en la zona de Yucumo – Rurrenabaque se caracteriza principalmente por su posición intertropical, por los vientos cálidos húmedos, bosque húmedo con una estación seca desde San Borja hacia Rurrenabaque. La zona oeste de la carretera Rurrenabaque (aguas arriba) tiene un clima y un tipo de bosque.

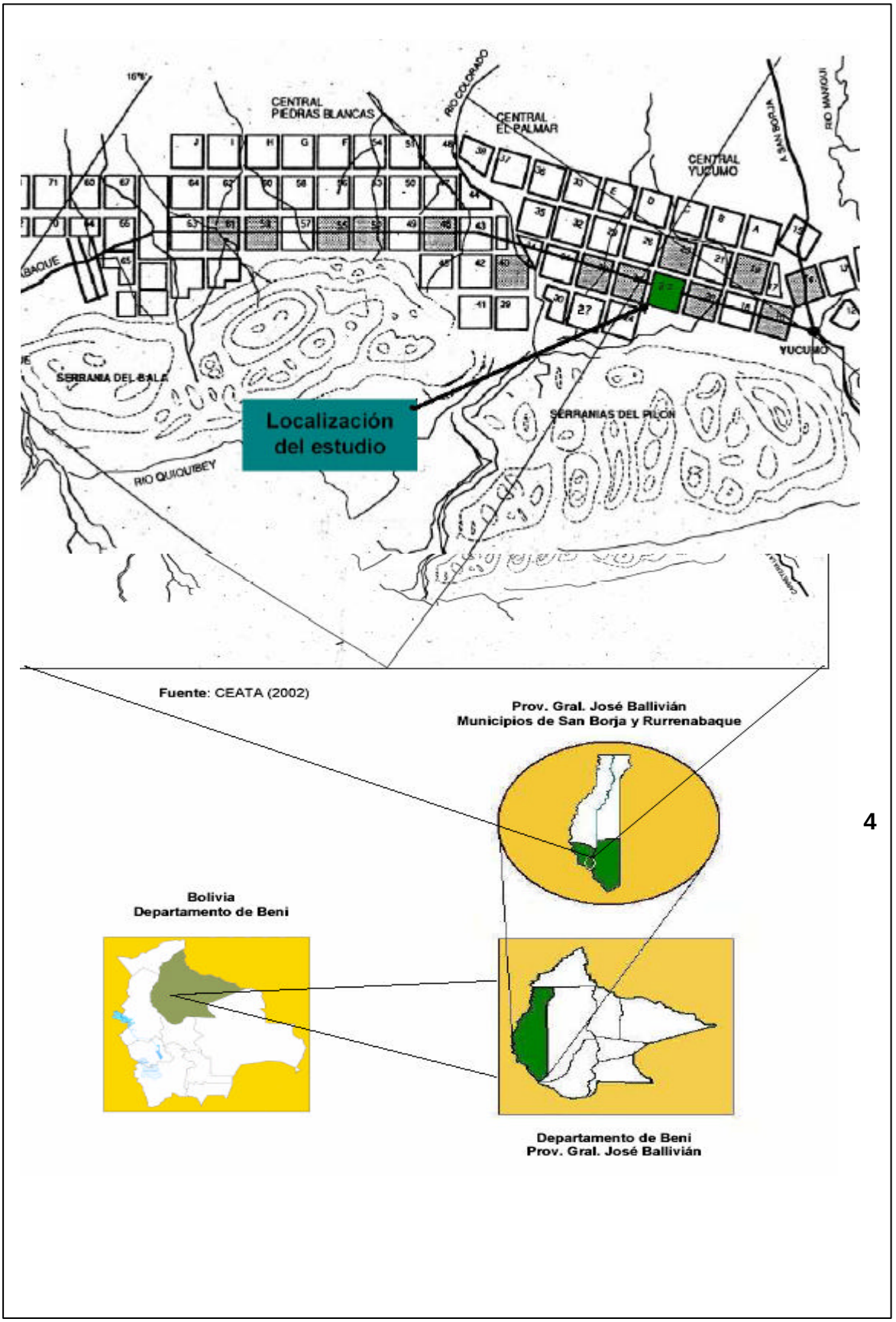
3.2.1 Clima

Según Zarate (1996), Presenta una temperatura media anual registrada en la zona que es de 26.22 °C, teniendo una temperatura máxima de 32,26 °C y una temperatura mínima media de 20.25°C. La precipitación pluvial anual en la zona es de 1878.6.mm. Existiendo máxima precipitación de 202.2 a 305.45mm, registrado en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo incluso abril.

3.2.2 Suelos

Según CUMAT – CESA (1998), citado por Tintaya (2002), Menciona que este lugar presenta las siguientes características: pendientes mayores a 3% buen drenaje, suelos profundos con texturas entre francos y franco arcilloso – arenoso, con moderada fertilidad y un Ph entre 5 a 6,4.

Figura 1. Localización geográfica del ensayo



MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material experimental

- **Material de campo**

  Libreta de campo, cinta métrica, recipientes de plástico, bolsas.

- **Material de labranza**

  Machetes, acha, picota, azadón, marbetes, estacas, balanza, hilos, bolsas, sembradora manual *(localmente llamada "matraca"),* cosechadora manual *(cuchillo pequeño)* y otros.

- **Material de gabinete**

  Material de escritorio, cartas topográficas Información Geográfica Militar (I.G.M.) y cámara fotográfica.

- **Material Vegetal**

Semillas de Arroz recomendados por el M.A.N. (Misión Alianza Noruega), dependiente Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) del departamento de Santa Cruz.

Para la realización del ensayo se utilizaron tres variedades introducidas que son las variedades; Jisunú, Cheruje y Jasaye procedentes de la Estación Experimental Agrícola de Saavedra (EEAS) y la cuarta variedad Dorado (cateto) que es la variedad local.

Las características agronómicas de las variedades Jisunú, Jasaye, Cheruje y Dorado de acuerdo al CIAT – Bolivia (2000/2001) se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Características agronómicas del cultivo de Arroz en las variedades estudiadas

Características	Variedades			
	Jisunú	**Jasaye**	**Cheruje**	**Dorado**
- Vigor inicial	Vigorosa	M.vigorosa	M.vigorosa	Vigorosa
- Altura de planta (cm)	121,0	139,0	127,0	164,0
- Días a la floración	129,0	100,0	100.0	93,0
- Días a la maduración	131,0	130,0	130,0	123,0
- Nº de golpes/m^2	10,0	12,0	10,0	10,0
- Nº de panículas/golpe	25,9	15,1	21,2	11,3
- Nº de panícula/m^2	259,0	181,0	339,0	114,0
- Nº de grano/panícula	142,0	87,0	136,0	123,0
- % de granos maduros	75,6	70,1	71,3	62,7
- Peso de 1000 granos (g)	24,8	41,1	31,1	39,3
- Longitud de panícula (cm)	22,6	19,9	24,0	21,8
- Rendimiento (Kg/ha)	6895,0	4542,0	4100,0	34,59

Fuente: CIAT Yapacaní, Verano 2000/2001

4.1 Métodos

4.2.1 Planeamiento del ensayo

4.2.1.1 Diseño Experimental

En el ensayo se utilizó el diseño bloques al azar en parcelas divididas, porque uno de los factores (sistemas de cultivo) por su naturaleza necesariamente debe aplicarse en parcela grande. Padrón (1996), señala que este diseño se aplica a factores como épocas de siembras que requieren de parcelas grandes.

4.2.1.2. Modelo Lineal Aditivo

$$Y_{ijk} = \mu + B + a_i + E_{ik} + ß_j + a ß_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

μ	=	Media general
B	=	Efecto de Bloque
a_i	=	Efecto de la i – ésimo Factor A: Épocas de Siembra
E_{ik}	=	Error de la parcela mayor
$ß_j$	=	Efecto del j - ésimo Factor B: Variedades de Arroz
$a ß_{ij}$	=	Efecto de la interacción A * B
E_{ijk}	=	Error de la parcela menor

4.2.1.3 Comparación de medias

Se utilizó la prueba Duncan un nivel de 5 % de significancia.

4.2.2 Factores del ensayo

Cuadro 5. Factores y niveles del ensayo

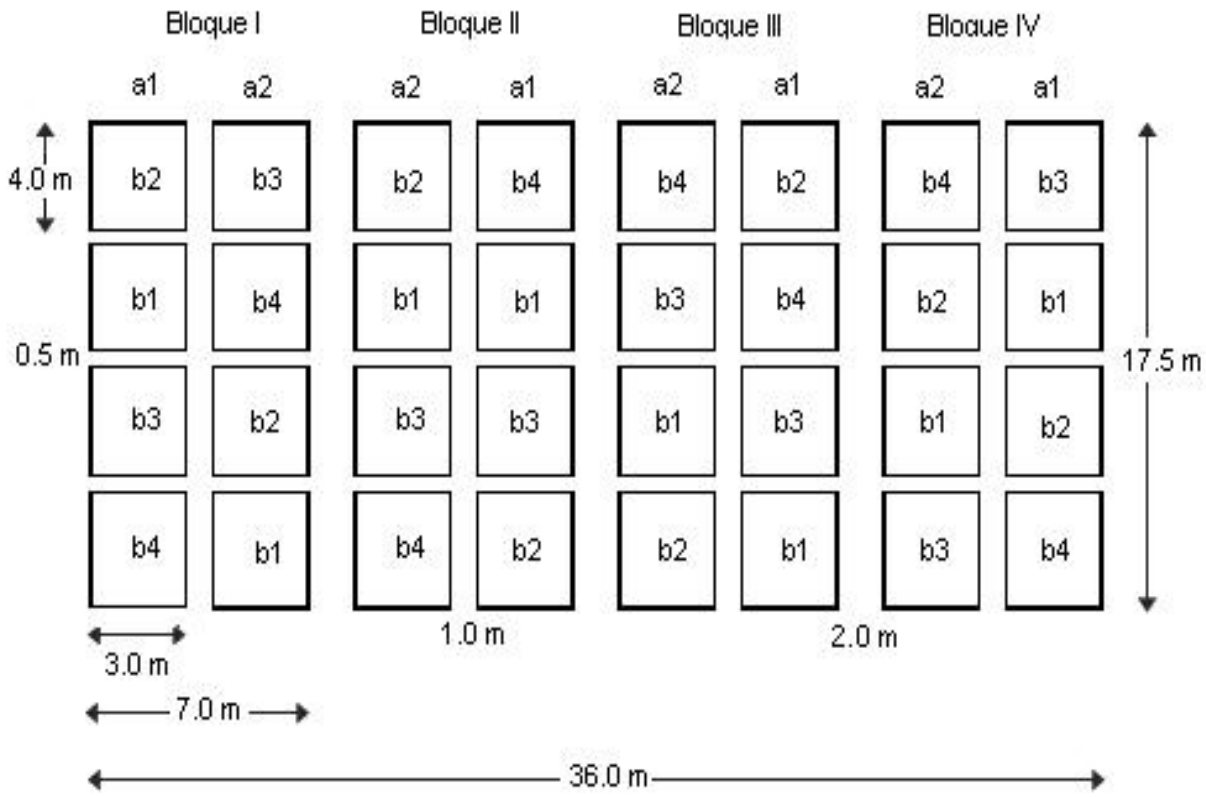
Factores	Niveles de los factores
Factor "A" Épocas de Siembra	a 1 = Época de siembra 1 (25 de septiembre) a 2 = Época de siembra 2 (25 de octubre)
Factor "B" Variedades de Arroz	b 1 = Variedad Jisunú b 2 = Variedad Jasaye b 3 = Variedad Cheruje b 4 = Variedad Dorado (Local)

4.2.2.1 Tratamientos

Cuadro 6. Tratamientos del ensayo

Tratamientos	Combinación	Descripción
Tratamiento 1	a 1 * b 1	Época de siembra 1 con Var Jisunú
Tratamiento 2	a 1 * b 2	Época de siembra 1 con Var Jasaye
Tratamiento 3	a 1 * b 3	Época de siembra 1 con Var Cheruje
Tratamiento 4	a 1 * b 4	Época de siembra 2 con Var Dorado
Tratamiento 5	a 2 * b 1	Época de siembra 2 con Var Jisunu
Tratamiento 6	a 2 * b2	Época de siembra 2 con Var Jasaye
Tratamiento 7	a 2 * b3	Época de siembra 3 con Var Cheruje
Tratamiento 8	a 2 * b4	Época de siembra 3 con Var Dorado

Figura 2. Croquis del ensayo



4.2.3 Dimensiones de la parcela experimental

Área de análisis experimental

Área de unidad experimental	12 m²
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	4
Número total de tratamientos	32

Espacio entre bloques y sistemas de cultivo

Pasillo entre bloques	0.2 m
Pasillo entre sistemas de cultivo	0.1 m
Área total del ensayo	**595 m²**

4.2.4 Distancia y densidad de siembra

Arroz:

Distancia entre surcos	0.30 m
Distancia entre plantas	0.30 m
Densidad de siembra	39.06 kg/ha

4.2.5 Variables de respuesta

La evaluación de características agronómicas de variedades de Arroz, se enmarcó de acuerdo a las normas de caracterización del Sistema de Evaluación Estándar para el Arroz, establecidas por el Instituto Internacional de Arroz (IRRI), traducidas por el Centro Internacional Agrícola Tropical (CIAT – Colombia, 1983).

- **Variables fenológicas**

Para la evaluación de las variables fenológicas se utilizo, el método de observación directa a partir de la siembra, hasta la maduración y cosecha, donde se observaron en forma permanente los cambios periódicos que ocurren e n la parcela de los tratamientos, tomando en días la duración de cada fase fenológica y se considero las siguientes fases:

- **Días a la Emergencia**

La emergencia se caracteriza por la aparición de la radícula o de la coleóptila en el embrión que germina. Se contabilizo en días, desde la siembra, hasta que mas del 50% de la población brotó del suelo.

- **Días a la floración**

La floración se inició con la rotura de las primeras anteras dehiscentes en las espiguillas terminales de las ramas de la panoja. Número de días transcurridos desde la siembra hasta la ocurrencia del 50% de floración.

- **Días a la cosecha**

Se considero los días desde la floración hasta que mas del 50 % de la población adquirió una coloración amarillo dorado.

❖ Variables Agronómicas

Para la evaluación de las variables agronómicas se evaluó en el momento de maduración hasta la cosecha considerando las siguientes variables:

- **Altura de planta**

Es la altura máxima alcanzada por la planta del Arroz donde se determinó midiendo desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo aristas.

- **Longitud de la panícula**

Este parámetro se evaluó posterior a la cosecha, la toma de medidas se efectúo a partir del último nudo de las cañas sin tomar en cuenta las aristas.

- **Rendimiento**

Una vez cosechadas las panículas, secadas y trilladas; se obtuvieron los datos de rendimiento por unidad experimental, transformados en kg/ha de Arroz en chala (*Arroz con cáscara*). Las variables de respuesta más importantes para determinar este parámetro son las siguientes: número de panicula por golpe, número de granos por panicula, porcentaje de granos maduros, número de paniculas por metro cuadrado y peso de 1000 semillas.

- **Número de Panícula por golpe**

Los datos para el número de panícula por golpe se realizo en el periodo de floración, para evitar la pérdida durante la madurez.

- **Numero de granos por panícula**

Para este componente de rendimiento se determinó en el momento de la cosecha tomando en cuenta la cantidad de granos (llenos, vanas, verdes y otros.

- **Porcentaje de granos maduros**

Primero introducimos el agua todos los granos obtenidos en el análisis de número de granos por panículas se retira los granos vanos y se cuenta los granos maduros en una panícula.

- **Numero de panículas por m^2**

En cultivo de Arroz de sistema chaqueado este dato se obtiene de la multiplicación del número de panículas de un golpe por el número de golpes de un m^2 (CIAT, 2004).

- **Peso de 1000 semillas**

Para esta variable se pesa en una balanza analítica de precisión a partir de muestras en el laboratorio.

4.2.6 Análisis económico parcial

El Análisis económico parcial se determino tomando en cuenta la metodología descrita por Perrin, et. al. (1978), mediante las siguientes relaciones:

IB = R (ton/ha) * P (bs/ton)

IN = IB (bs/ha) – CP (bs/ha)

B/C = IB (bs/ha) / CP (bs/ha)

Donde:

IB = Ingreso Bruto
R = Rendimiento
P = Precio
IN = Ingreso Neto

CP	=	Costo de Producción
B/C	=	Relación Beneficio Costo

Determinándose lo siguiente:

<	1	Rechazado
=	1	Dudoso
>	1	Aceptable

4.2.7 Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos de temperatura, precipitación y humedad relativa que se registraron durante el desarrollo del ensayo, fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

4.2.8 Desarrollo del ensayo

a. Habilitación del terreno

La habilitación de la parcela se realizó mediante el sistema tradicional “chaqueo” del área, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- **Roza:** corte del sotobosque.

- **Secado:** en el que se esperó cinco semanas para que seque los restos del sotobosque.

- **Quema:** se efectúo en un día de sol pleno, a horas 12:30.

- **Limpieza y Chalqueo:** se efectuaron casi simultáneamente, primero la limpieza de todo lo que quedo después de la quema y posteriormente el juntado de los restos que no lograron quemar bien, para quemarlos nuevamente (esta acción es conocida como chalqueo).

b. Trazado del diseño

El trazado del diseño se efectuó después que la superficie estuviera relativamente limpia. Con estacas, lienzo y una cinta métrica se realizó la demarcación y estacado de acuerdo al croquis del ensayo establecido en sentido contrario a la pendiente y dejando un margen de protección.

c. Preparación de la semilla

La selección de la semilla de Arroz se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento:

- En principio se introdujo un huevo (de gallina) en un recipiente contenido de agua, el cual adopta una posición horizontal inicialmente.
- Luego se introdujo sal (de cocina) al recipiente hasta que el huevo adopte una posición vertical, esto indica que es la cantidad de sal adecuada para la cantidad de agua en el recipiente.
- Posteriormente se introdujo la semilla de Arroz, de las cuales las semillas buenas se sumergieron en el fondo del recipiente y las semillas vanas ó malas flotaron en la superficie del recipiente.
- Se sacaron las semillas vanas que flotaron en la superficie del recipiente.
- Por último se lavaron las semillas buenas (cuatro veces) hasta que se quite los restos de sal.

d. Siembra

La siembra se realizó mediante el sistema a golpe con una sembradora manual llamada localmente *"matraca"*, la misma que se clava con una profundidad de 5 cm. de un solo golpe, dejando aproximadamente 8 a 12 semillas por golpe.

e. Deshierbe

Esta labor se realizó en la etapa de post germinación; se efectuaron tres limpiezas de malezas, arrancando las malezas a mano y con ayuda de machetes; las principales malezas que se presentaron fueron el Sujo (*Leptocholoa virgata V),* y Santa Lucia *(Commelina difusa B.)*.

f. Plagas y enfermedades

Durante el desarrollo las variedades de Arroz presentaron resistencia a la Pyricularia *(Pyricularia oryzae)*, Helminthosporium (*Bipolares oryzae)* y Escaldado de la hoja *(Rhynchosporium oryzae*). En cuanto a plagas de manera visual se encontró las plagas como el gorgojo del Arroz *(Sitophillus orizae)*, Chinche del grano *(Oeballus spp.)* y en mayor porcentaje la petilla del Arroz *(Tibraca limbativentris).*

Cosecha

La cosecha del cultivo de Arroz sé efectúo durante la etapa de madurez, dejando los surcos laterales se cosechó los surcos centrales; utilizando un *cuchillo de cocina* como cosechadora manual cortando las espigas y depositándolas en bolsas por tratamiento; el secado de las espigas hasta que baje la humedad aproximadamente a un 14 %; el trillado (manual) y pesado por cada tratamiento.

4.2.9 Evaluación Participativa con Productores

Se realizo 15 evaluaciones (encuestas) con agricultores de la región en la fase de post cosecha.

a. **Evaluación Absoluta**

Donde cada alternativa fue juzgada según sus méritos, asignándole a cada una preferencias o puntajes.

b. **Ordenamiento entre alternativas**

Ordenando entre varias alternativas del productor, desde la que mas le gusta a la que menos le agrade.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio y la discusión de los mismos se presentan a continuación.

5.1 Influencias de las condiciones climáticas

Para su desarrollo y buena productividad el cultivo de Arroz es influenciado por varios factores siendo las más importantes la precipitación, temperatura y humedad relativa del ambiente, que fueron registrados en la estación meteorológica de Rurrenabaque durante el tiempo de desarrollo del cultivo correspondiente a los meses de septiembre del 2005 a marzo del 2006

5.1.1 Precipitación

Los registros de precipitación muestran un promedio acumulado de 1310,90 mm., destacándose un periodo de mayor incidencia entre noviembre y marzo, mientras que de septiembre a noviembre se observa un ambiente relativamente seco; asimismo la precipitación registrada durante la gestión agrícola del experimento expresa un comportamiento similar a los promedios obtenidos en la zona durante las últimas 5 gestiones agrícolas (2000 – 2005), la cuál alcanzó una lámina acumulada de 1430,38 mm.

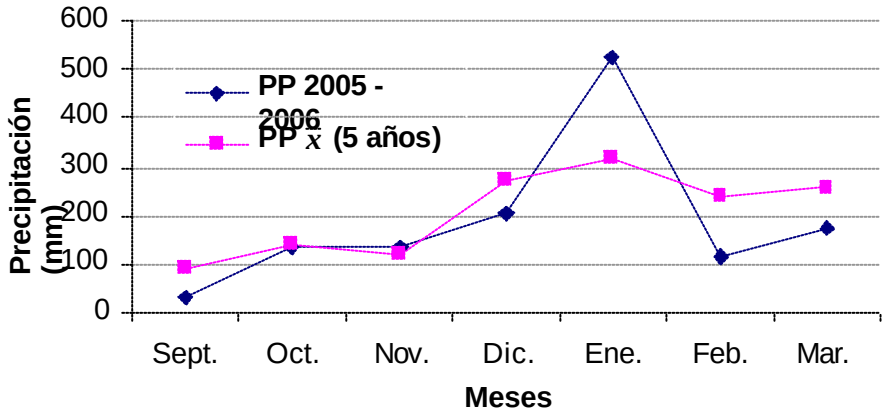


Figura 3. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial registrada durante el desarrollo del ensayo como se muestra en el gráfico 7, fue de 1138.3 mm para la primera época (septiembre a febrero) y de 1310.9 mm para la segunda época (octubre a marzo).

Es necesario resaltar que tanto en el promedio histórico como en los datos registrados durante el ensayo se tiene un comportamiento creciente de la precipitación, adquiriendo un valor mínimo en el mes de septiembre, llegando al máximo durante el mes de enero y disminuyendo nuevamente durante los meses posteriores. Esta situación del clima nos es de utilidad en tanto sea una manifestación periódica, cíclica y estable durante el tiempo de cultivo, y en las siguientes gestiones agrícolas, cuestión que es respaldada por el bajo coeficiente de variación (alrededor de 2) manifestado.

Según Parsons (1993) el requerimiento hídrico en el cultivo de Arroz oscila entre 300 mm y 400 mm para cultivos a secanos durante el ciclo, de acuerdo con ello y según el gráfico las láminas registradas se acercan a este nivel entre los meses de noviembre a febrero, situación que coincide con la segunda época de siembra.

Al respecto, Bedendo (1995) menciona que la deficiencia hídrica y un periodo de sequía, provocan una alteración en la disponibilidad de nutrientes para la planta, resultando con un subdesarrollo de la misma.

5.1.2 Temperatura

La temperatura es un factor primordial en el cultivo de Arroz, pues se encuentra estrechamente ligada con la duración de la fase vegetativa, la cuál presenta un comportamiento muy variable.

El registro de promedios mensuales de temperaturas, durante el periodo de evaluación, como se muestra en el cuadro 6, fue menor a los datos históricos registrados con excepción de la temperatura mínima para la época de siembra 25 de septiembre.

Cuadro 7. Temperaturas máximas y mínimas según bibliografía, histórica y en el ensayo

EPOCAS DE SIEMBRA	Temperatura máxima (º C)			Temperatura mínima (º C)		
	Bibliog.*	Histórica	Reg.	Bibliog. *	Hist.	Reg.
EPOCA 1	30	32.02	31.22	20	21.60	21.20
EPOCA 2	30	31.83	31.45	20	22.12	22.22

Fuente. Elaboración propia en base a registros del SENAMHI 2005 – 2006. Tascon, 1985.

Para el análisis de las temperaturas fueron diferenciadas las temperaturas máximas y mínimas según rango de adecuación del cultivo como se aprecia en la siguiente figura.

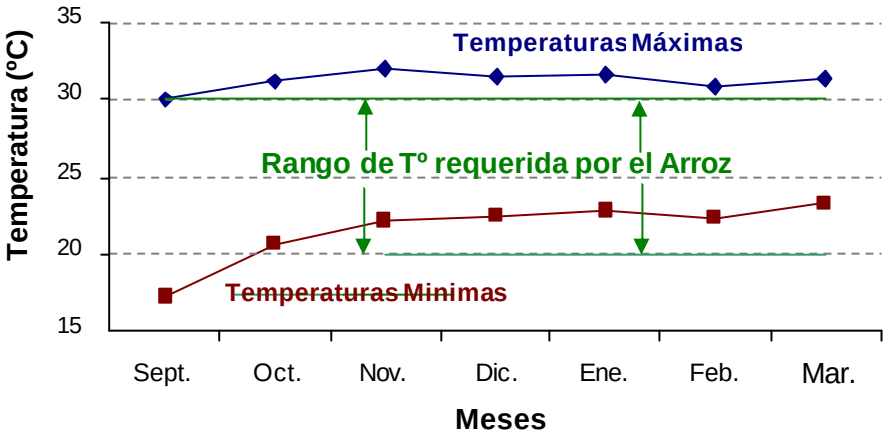


Figura 4. Temperaturas máximas, media y mínima durante el ensayo

De la figura 4 se detalla que la variación de la temperatura respecto del requerimiento del cultivo no es acentuada, sin embargo es necesario destacar el comportamiento creciente de la temperatura mínima, adquiriendo el mínimo valor durante el mes de septiembre para luego llegar posteriormente a su máximo durante el mes de marzo, situación que ayuda en la eficiencia del cultivo.

Las temperaturas mínimas son adecuadas por que están dentro del rango óptimo recomendado para el desarrollo del cultivo.

Las temperaturas máximas registradas durante el ensayo manifiestan un comportamiento más uniforme puesto que se encuentran con una variación de 30 ºC

a 32 ºC durante todo el lapso del cultivo. Por otro lado es preciso señalar que es muy posible esperar efectos adversos en el comportamiento fenológico del cultivo puesto que la ocurrencia de temperaturas por encima de los 20ºC pueden ser la causa.

Al respecto, Tascon y García (1985), señalan que las temperaturas críticas para la planta de Arroz están generalmente por debajo de los 20,0 ºC y superiores a 30,0 ºC y varían de acuerdo con el desarrollo de la planta.

De la estabilidad del indicador climático de temperatura se puede mencionar que el comportamiento de esta variable es aproximada respecto a 5 anteriores gestiones; por lo cuál, la recomendación de épocas de siembra puede tener un carácter no despreciable.

5.1.3 Humedad Relativa

La humedad relativa registrada durante el desarrollo del ensayo se aprecia en el siguiente gráfico.

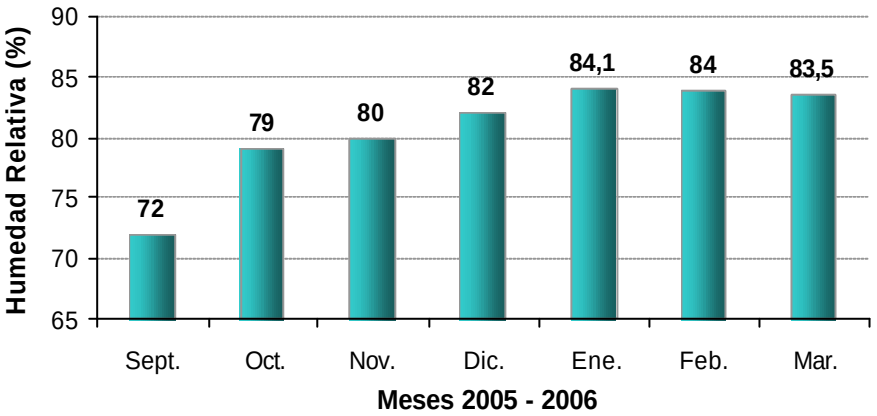


Figura 5. Humedad relativa registrada en la localidad de Villa Borjana, durante el desarrollo del ensayo

La variación de la Humedad Relativa oscila entre 72.0% a 84.1%, siendo el mes con menor humedad el que corresponde a septiembre, luego; existe un comportamiento ascendente hasta llegar al máximo nivel durante el mes de enero, disminuyendo gradualmente pero a una menor intensidad que el ascenso durante los meses de

febrero y marzo. El promedio de humedad relativa durante el periodo de floración fue 81%, que estuvo dentro del rango requerido para el cultivo de Arroz, 70 a 85 % en la floración, de acuerdo a Chandler (1993), pero puede influir en la incidencia de plagas y enfermedades, pues la alta humedad favorece al desarrollo especialmente de hongos como la *Piricularia* y la *Helmintosporium,* los cuales a su vez perjudican a la producción del Arroz.

5.1.4 Análisis Físico y químico del suelo

El área experimental presenta las siguientes características físicas y químicas, que muestra el cuadro 2 a los 30 cm. (profundidad efectiva radicular).

Cuadro 8. Análisis físico y Químico del suelo

Características de la muestra	Resultados	Interpretación
Análisis Físico		
Arena (%)	30	
Limo (%)	51	
Arcilla (%	19	
Textura (%)	FL	Franco Limoso
Análisis Químico		
MO (%)	2. 24	Moderado
pH acuoso 1.5	5.13	Fuertemente acido
pH en HCl 1.5	5.75	Medianamente acido
CIC meq/100g Sª	7.51	Bajo
CE (mmohos/cm)	0.057	Libre
N (ppm)	0.13	Medio
P (ppm)	9.03	medio
K (ppm)	0.36	moderado
Ca (ppm)	4.81	medio
Mg (ppm)	2.13	Moderado
Na (ppm)	0.16	Bajo
SB (%)	98.3	Muy alto
Al^{+++} meq/100gSº	0.95	Muy Acido

Fuente: Laboratorios IBTEN (2005) Interpretado según Cochrane

Donde: CE = Conductividad eléctrica; CIC = Total de Bases Intercambiables;
SB = Saturación de Bases; Meq = mili equivalentes; FL = Franco Limoso.

En cuanto a los indicadores físicos del suelo se puede observar que este, presenta una textura franco limosa, situación que si bien puede adaptarse a las condiciones requeridas por el cultivo presenta inconvenientes en el sentido de que es preciso un

abastecimiento continuo de agua debido a que no posee las características de retención de humedad de suelos arcillosos pesados como los recomendados para el cultivo de Arroz. Al respecto Parsons, (1993) menciona que el Arroz es poco exigente en relación con el tipo de suelo. Se le puede cultivar tanto en suelos arcillosos como en suelos arenosos. En suelos arenosos se debe contar con suficiente agua, a causa de la infiltración rápida de esta.

De acuerdo al análisis químico el pH se encuentra dentro el rango aceptable para el cultivo de Arroz, este oscila entre 5.5 y 6.5 admisible cuando el cultivo es a secano y en relación a la conductividad eléctrica, ésta tiene un valor bastante bajo por lo que el riesgo de salinidad es imposible.

En cuanto a materia orgánica, el contenido es de carácter moderado, pero es de vital importancia aclarar que se relaciona con la disponibilidad de Nitrógeno nutriente que se encuentra en proporciones disminuidas para el elevado requerimiento que tiene el cultivo en estudio, más al contrario los niveles de Fósforo, son medios, pero es muy posible que pueda presentarse fijación debido a que existen periodos secos entre cada gestión agrícola. Por último en relación a los macrominerales como el Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio estos se encuentran en condiciones media a moderado. Al respecto Vergara (1990) indica que existen muchos nutrientes minerales que la planta necesita, pero el Nitrógeno, el Potasio y el Fósforo se necesitan en grandes cantidades, por lo que podemos afirmar que estas condiciones pueden tener efectos de importancia en el rendimiento de la generalidad del ensayo.

5.2 Variables fenológicas

La evaluación de las variables fenológicas se determinó por conteo del tiempo en días a la emergencia, días a la floración y días a la cosecha.

5.2.1 Días a la emergencia

La emergencia se caracteriza por la aparición de la radícula o de la coleóptila en el embrión que germina. Se verificó esta etapa de la fase vegetativa entre los 6 a 9 días tanto en las épocas de siembra como en las variedades, no existiendo diferencias significativas en estas últimas como se verifica en el siguiente cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 9. Análisis de varianza para Días a la emergencia

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	2.62	0.88	5.04	0.0104	ns
Épocas de siembra	1	50.00	50.00	288.00	0.0001	—
Error "a"	3	2.75	0.92			
Variedades de Arroz	3	0.63	0.21	1.20	0.3380	ns
E * V	3	0.75	0.25	1.44	0.2640	ns
Error "b"	18	3.13	0.17			
Total	31	59.88				
CV	5.6 %					

FV=fuente de variación, GL=grados de libertad, SC=suma de cuadrados,CM=cuadrado medio, FC=f calculado, Pr = probabilidad, CV = coeficiente de variación.

Del análisis de varianza mostrado en el (cuadro 9); para la variable días a la emergencia a un nivel de significancia del 5% se muestra que no existen diferencias significativas en las fuentes de variación bloques, variedades de Arroz e interacción de épocas de siembra con variedades de Arroz. Por otro lado las épocas de siembra sí presentan diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación registra un valor de 5.6% indicando confiabilidad en los datos obtenidos.

Para mayor precisión de las comparaciones de medias en relación a épocas de siembra; se puede verificar en el siguiente gráfico clasificado por el análisis de Duncan, que la época de mayor eficiencia en relación a la época de cultivo corresponde a la segunda por presentar un promedio de germinación menor en tres días respecto al sembrado en septiembre.

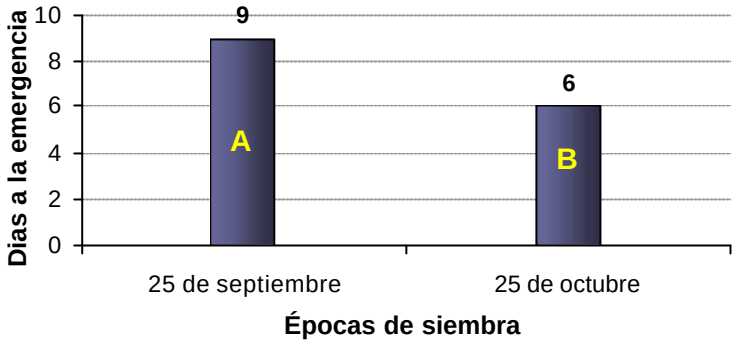


Figura 6. Días a la Emergencia en distintas épocas

Las diferencias expresadas en la figura anterior, pueden ser atribuidas a las condiciones del tiempo en la zona. El número de días a la emergencia iniciado en septiembre es mayor con un valor de 9 días por el menor contenido de humedad almacenada en el suelo, situación que fue acentuada por las bajas temperaturas que no daban las condiciones adecuadas para la absorción de humedad por parte de las semillas.

Parsons (1993), Menciona que el Arroz para emerger necesita una temperatura de aproximadamente 12ºC, pera que emerja bien. En condiciones apropiadas, el Arroz brota en una semana. No requiere luz para su emergencia, algunas variedades tienen dormancia. El Arroz es una especie subacuatica, como necesita poco oxigeno, puede germinar sumergido en agua.

De lo anterior se puede considerar que la época de siembra tardía posibilita las condiciones ambientales para que se cumpla la germinación eficiente según lo planteado por Parsons.

5.2.2 Días a la floración

La floración se inició con la rotura de las primeras anteras dehiscentes en las espiguillas terminales de las ramas de la panoja.

En el siguiente cuadro se presentan los detalles del análisis de varianza realizado con respecto a esta variable de respuesta.

Cuadro 10. Análisis de varianza para Días a la floración

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	40.13	13.37	2.28	0.2584 ns
Épocas de siembra	1	2485.13	2485.13	423.00	0.0003 **
Error a	3	17.62	5.88	1.33	
Variedades de Arroz	3	1752.63	584.21	132.69	0.0001 **
E * V	3	1001.13	333.71	75.79	0.0001 **
Error b	18	79.25	4.40		
Total	31	5375.87			
CV	2.6 %				

Los resultados del análisis de varianza para la variable días a la cosecha (Cuadro 10) muestra que no existe diferencias significativas entre bloques, donde cada bloque tienen las mismas condiciones; en cuanto se refiere las fuentes de variación, épocas, variedades de Arroz y la interacción de épocas de siembra con las variedades de Arroz presentan una diferencia altamente significativa. El coeficiente de variación registro un valor de 2.6 % indicando confiabilidad en los datos obtenidos.

Una vez que se determinó que existen diferencias significativas entre épocas de siembra se procede a la comparación de medias, utilizando la prueba de Duncan.

La comparación de medias para épocas de siembra muestra que la época de siembra 25 de septiembre es efectivamente diferente a la época de siembra 25 de octubre, nos muestra que en la primera época el ciclo del cultivo del Arroz fue mas larga.

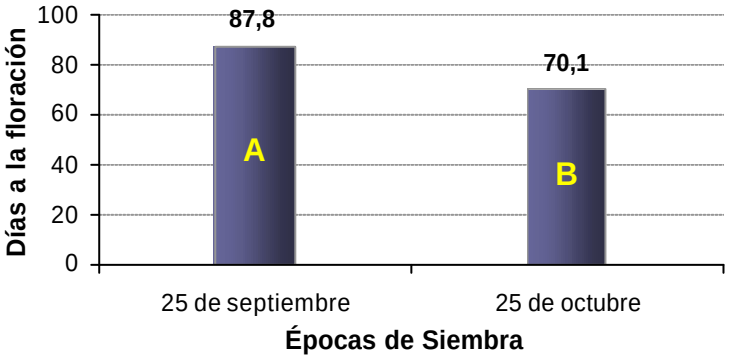


Figura 7. Días a la floración en distintas épocas

En la figura 7 se observa en el extremo superior a la época 25 de septiembre con el mayor promedio en días con un valor de 87,8 días, con menores días a la cosecha a la época de siembra 25 de octubre con un valor de 70,1 días, situación que fue afectada por las condiciones climáticas de la zona y el periodo de emergencia de las plántulas como se observa en 23 los días a la emergencia es mayor por tanto los días a la floración también será mayor.

Según el Test de rango múltiple de Duncan muestra que efectivamente, las variedades Jisunú y Jasaye se ubican en el extremo superior con valores de 83,2 y 82,8 días respectivamente y la variedad de menor número de días es la variedad Dorado con un valor de 66,1 días.

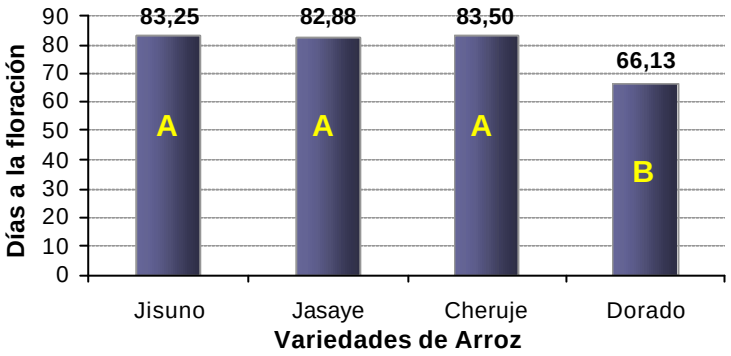


Figura 8. Días a la floración en distintas variedades

Esto se atribuye a las condiciones genéticas de cada variedad siendo variedades introducidas Jisunu, Jasaye y cheruje por tanto tienen un periodo de floración similar, en cuanto a la variedad Dorado es una variedad precoz siendo una variedad local.

Como en el Análisis de Varianza se presenta significancia en la interacción entre épocas de Siembra con Variedades de Arroz se efectúo el análisis de varianza de efecto simple se presenta a continuación.

Cuadro 11. Análisis de Varianza de efecto simple para la interacción

FV	GL	SC	CM	F	P > F	Sig.
Varied(25 sept.)	3	2700.5	900.17	3.13	0.05133	**
Varied(25 oct)	3	53.25	17.75	0.06	0.97930	**
Epocas(Jisunu)	1	170941.5	170941.50	594.56	3.07E-15	**
Epocas(Jasaye)	1	169542.875	169542.88	589.69	3.30E-15	**
Epocas(Cheruje)	1	171942	171942.00	598.04	2.92E-15	**
Epocas(Dorado)	1	104964.875	104964.88	365.08	2.12E-13	**
Error	18	79.25	4.40			

Los resultados del análisis de varianza para la variable día a la floración (Cuadro 34) de análisis de efecto simple muestra que si existe diferencias altamente significativas en cuanto se refiere a la interacción entre épocas de siembra con variedades de Arroz. El efecto de la época es diferente en cada variedad, esto se explica mejor con la figura 11.

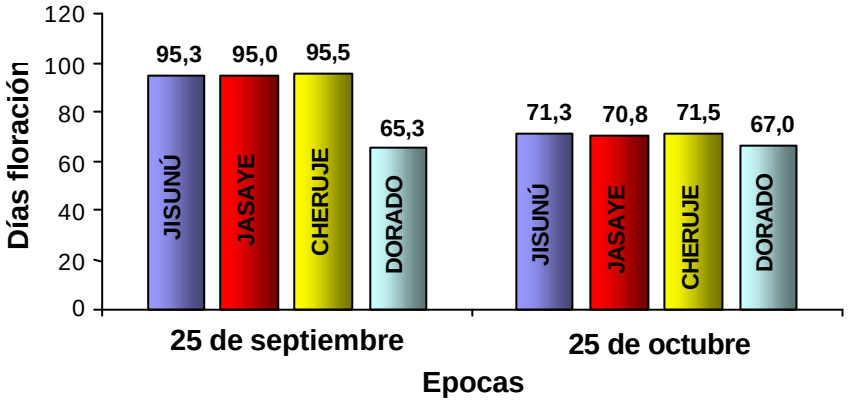


Figura 9. Días a la floración de efecto simple

Para la primera época de siembra (25 de septiembre), la variedad Cheruje, Jisunú y Jasaye presentan los mayores números de días a la floración con 95.5, 95.3 y 95,0 días respectivamente y la variedad Dorado menor días a la cosecha con 65,3.

Para la segunda época de siembra (25 de Octubre), las mismas variedades Cheruje, Jisunú y Jasaye presentan el mayor número de días a la floración con 71,5, 71,3 y 70,8 días respectivamente del mismo modo la variedad Dorado se ubica en el último lugar con un valor de 67,0 días

Para el análisis de ambas épocas de siembra se tiene que las tres primeras variedades en la época 25 de septiembre tienen el ciclo mas largo comparando con la segunda época disminuye el ciclo en un intervalo de 95 - 67 días. Por el contrario la variedad Dorado mantiene su ciclo de cultivo en ambas épocas.

Según Parsons (1993) La floración se produce entre las 8 y las 16 horas del dia. La mayoría de las flores se abre alrededor del medio día. La espiguilla dura abierta de 30 a 120 minutos. Si el tiempo es frió y nublado la espiguilla dura mas tiempo abierta. La temperatura óptima para la polinización es de 30ºC. El polen queda disponible de 5 minutos hasta 50 horas, dependiendo de las condiciones ambientales.

5.2.3 Días a la Cosecha

Durante la evaluación esta fase, se observo que los números en días a la cosecha fue 93 – 116 en todas las en todas las variedades existiendo así diferencia alguna.

Cuadro 12. Análisis de varianza para Días a la cosecha

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	456.09	152.03	5.75	0.0061	**
Épocas de siembra	1	1471.53	1471.53	55.64	0.0001	**
Error a	3	506.59	168.86			
Variedades de Arroz	3	2787.84	929.28	35.14	0.0001	**
E * V	3	438.84	146.28	5.53	0.0072	**
Error b	18	476.06	26.45			
Total	31	6136.97				
CV	4.6 %					

Los resultados del análisis de varianza para la variable días a la cosecha (Cuadro 12) muestra que existen diferencias altamente significativas en todas las fuentes de variación Bloques, épocas, variedades de Arroz y la interacción de épocas de siembra con las variedades de Arroz. El coeficiente de variación registro un valor de 4.6 % indicando confiabilidad en los datos obtenidos.

Una vez que se determinó que existen diferencias altamente significativas entre épocas de siembra se procede a la comparación de medias, utilizando la prueba de Duncan.

La comparación de medias para épocas de siembra muestra que la época de siembra 25 de septiembre es efectivamente diferente a la época de siembra 25 de octubre, nos muestra que en la primera época el ciclo del cultivo del Arroz fue mas larga.

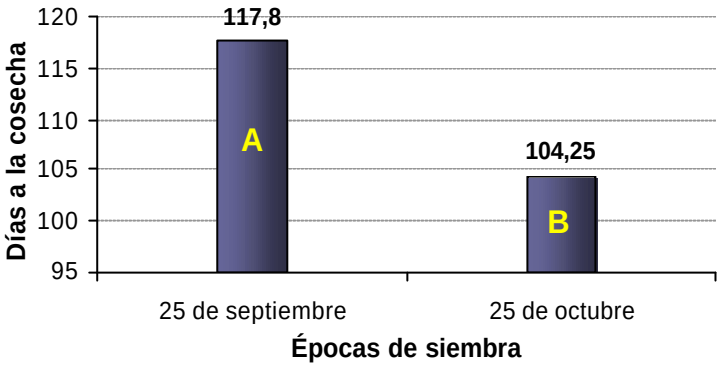


Figura 10. Días a la cosecha en distintas épocas

En la figura 10 se observa en el extremo superior a la época 25 de septiembre con el mayor promedio en días con un valor de 117,8 días, con menores días a la cosecha a la época de siembra 25 de octubre con un valor de 104,2 días. Esta diferencia se atribuye a las condiciones climáticas que presenta cada época de siembra como se observa que en la primera época los días a la cosecha se prolongo mucho más que la segunda época que fue favorecida por la precipitación pluvial de la zona.

Según el Test de rango múltiple de Duncan muestra que efectivamente existe diferencia entre variedades, las variedades Cheruje, Jisunú y Jasaye estadísticamente son iguales a un nivel de significancia del 5%; por tanto la variedad Dorado es muy diferente a las variedades antes mencionada.

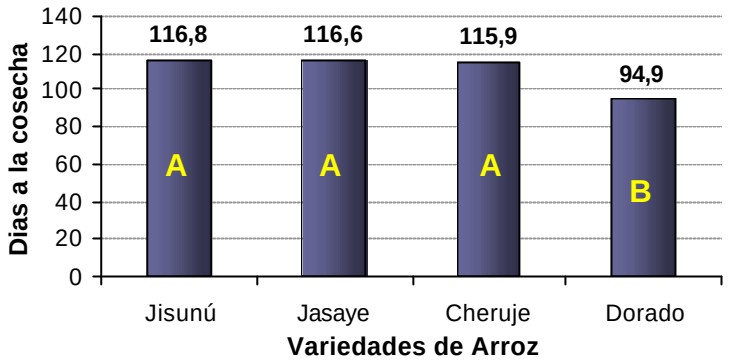


Figura 11. Días a la cosecha en distintas variedades

El CIAT Bolivia (2005), menciona que el promedio de días a la cosecha es de 129, 127 y 130 para las tres variedades introducidas Jisunú, Jasaye y Cheruje; las cuales son similares a los obtenidos en el ensayo que varían entre 116,8, 116,6 y 115,9 días respectivamente y para la variedad local con un valor de 94,9 días.

Como en el Análisis de Varianza se presenta altamente significancia en la interacción entre Épocas de Siembra con Variedades de Arroz se efectúo el análisis de varianza de efecto simple se presenta a continuación.

Cuadro 13. Análisis de Varianza de efecto simple para interacción

FV	GL	SC	CM	F	P > F	Sig.
Varied(25 sept.)	*3*	2713.32	904.44	34.20	1.21 E - 70	* *
Varied(25 oct)	*3*	512.91	170.97	6.46	0.0037	* *
Epocas(Jisunu)	1	328967.66	328967.66	12438.39	1.24 E - 18	* *
Epocas(Jasaye)	1	1057486.24	1057486.24	39983.94	3.61 E - 20	* *
Epocas(Cheruje)	1	870862.24	870862.24	32927.61	2.23 E - 12	* *
Epocas(Dorado)	1	216149.36	21614936	8172.69	4.51 E - 20	* *
Error	18	476.06	26.45			

Los resultados del análisis de varianza para la variable día a la cosecha (Cuadro 13) de análisis de efecto simple muestra que si existe diferencias altamente significativas en cuanto se refiere a la interacción entre épocas de siembra con variedades de arroz. El efecto de la época es diferente en cada variedad, esto se explica mejor con la figura 28.

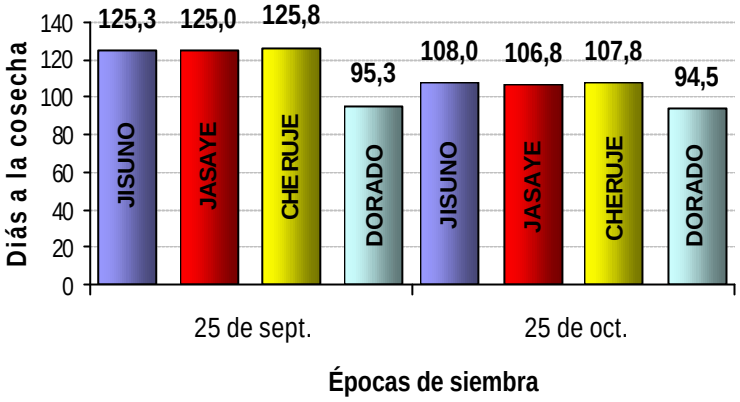


Figura 12. Días a la cosecha de efecto simple

Para la primera época de siembra (25 de septiembre), la variedad Jisunú, Jasaye y Cheruje presentan los mayores números de días a la cosecha con 125,3, 125,0 y 125,8 días respectivamente y la variedad Dorado menor días a la cosecha con 95,3.

Para la segunda época de siembra (25 de Octubre), las mismas variedades Jisunú, Jasaye y Cheruje presentan el mayor número de días a la cosecha con 108,0, 106,8 y 107,8 días respectivamente del mismo modo la variedad Dorado se ubica en el último lugar con un valor de 94,5 días.

Para el análisis de ambas épocas de siembra se tiene que las tres primeras variedades en la época 25 de septiembre tienen el ciclo mas largo comparando con la segunda época disminuye el ciclo en un intervalo de 106 – 108 días. Por el contrario la variedad Dorado mantiene su ciclo de cultivo en ambas épocas.

Esta gran Variación en el ciclo del cultivo entre la primera y la segunda época y entre variedades se atribuye a las condiciones climáticas de la zona. De esta manera, CIAT (1982), indica que el Arroz se cultiva en zonas comprendidas hasta 1250 m.s.n.m., con temperaturas medias entre 24 y 28ºC, pero soportan muy bien temperaturas superiores.

5.2.4 Grado de Incidencia de plagas y enfermedades

El grado de incidencia de plagas y enfermedades en las diferentes variedades se presenta a continuación en el cuadro 14.

Cuadro 14. Incidencia de plagas y enfermedades en diferentes variedades

Variedades	**Jisunú**		**Jasaye**		**Cheruje**		**Dorado**	
Enfermedades								
Bruzone pericularia	1	1	1	1	1	1	1	1
Mancha marrón	1	1	1	1	3	3	1	1
Falso carbón del Arroz	1	3	1	1	3	5	1	1
Plagas								
Gorgojo del Arroz	1	1	1	1	1	1	1	1
Chinche del grano	3	3	1	1	3	3	1	1
Pelilla del Arroz	5	3	5	3	5	3	1	1

0 = ninguna lesión visible
1 = menos del 1 %
3 = 1 – 5 %
5 = 6 – 25 %
7 = 26 – 50 %
9 = 51 – 100%

Se observa que Bruzone pericularia tuvo su efecto en menos del 1 % en las dos épocas y en todas las variedades estudiadas.

En cuanto a mancha marrón la variedad mas afectada fue Cheruje presentando un rango de 3(1- 5%) en las dos épocas, en tanto que las demás variedades fueron afectadas con menor rango del 1%.

La presencia del falso carbón del Arroz fue mas notoria en la variedad Cheruje en la segunda época (25 de octubre) con un rango de 5 (6 -25%); por presentar mayor humedad relativa en dicha época sabiendo que las enfermedades para desarrollarse necesitan mayor humedad en el medio. Por otra parte se tiene a las variedades Cheruje en la primera época y Jisunú en la segunda época con el mismo rango de

ataque con 3 (1 -5%) para ambas variedades, en cambio las variedades Jisunú en la primera época; Jasaye y Dorado en ambas épocas tuvieron incidencia del 1%.

En cuanto se refiere a plagas el gorgojo del Arroz tuvo un efecto generalizado en ambas épocas como también en las variedades estudiadas.

El chinche del grano presentó mayor efecto en las variedades Jisunú y Cheruje con un rango de 3 para ambas épocas, y en las demás variedades con un rango de 1.

La presencia del la petilla del Arroz fue mas notorio en las tres variedades introducidas como el Jisunú, Jasaye y Cheruje en la primera época de siembra (25 de septiembre) con un rango de 5 (6 – 25%) para las tres variedades por ser una época de menor precipitación, observando la diferencia en la segunda época disminuyo la incidencia de la petilla a un rango de 3 para las tres variedades, para limitar este ataque se aplico el insecticida Sevin 1.0 a 1.5 Kg/ha.

En cuanto se refiere a la variedad local (Dorado) presento resistencia a la petilla con rango de 1 en ambas épocas.

5.3 Variables agronómicas

El CIAT (2005), y el Instituto Internacional del Arroz de Filipinas (IRRI) mencionan que las variables agronómicas en la evaluación de la producción del Arroz son: Número de panículas por golpe, Número de golpes por metro cuadrado, Número e granos por panícula, Porcentaje de granos maduros, peso de 1000 semillas y el rendimiento.

5.3.1 Altura de planta

La altura de planta a la cosecha se determino en el periodo de floración en las diferentes épocas de siembra, midiendo desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo aristas.

Cuadro 15. Análisis de varianza para altura de planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	377.16	125.7	27.37	0.011 *
Épocas de siembra	1	872.58	872.58	189.99	0.001 *
Error a	3	13.78	4.59		
Variedades de Arroz	3	1526.97	508.99	9.53	0.001 *
E * V	3	17720	59.06	1.11	0.370 ns
Error b	18	961.52	53.42		
Total	31	3929.19			
CV	5.5 %				

El Análisis de varianza detecto diferencias altamente significativas (Pr<0.05) para las fuentes de variación bloques, épocas de siembra y variedades de Arroz. Por el contrario no se encontraron diferencias significativas para el resto de la fuente de variación épocas de siembra con variedades de Arroz (Cuadro 15).

El coeficiente de variación (CV) 5.5% indica que los datos obtenidos y la metodología empleada en la recolección de los mismos fueron confiables, ya que tienen un rango menor al 30%, porcentaje considerado como mínimo para trabajos de campo; según Calzada (1982) indica un rango de 9 a 30% de CV como aceptable en trabajos de campo. Además el análisis de varianza exhibe que no existen difencias significativas entre bloques, lo que significa que no existen diferencias en el factor suelo como se suponía.

Una vez que se determinó que existen diferencias altamente significativas entre épocas y variedades de Arroz se procede a la comparación de medias, utilizando la prueba de Duncan.

Se observa que la segunda época (25 de octubre) es distinta a la primera época de siembra (25 de septiembre) pero estadísticamente son iguales a un nivel de significancia del 5%.

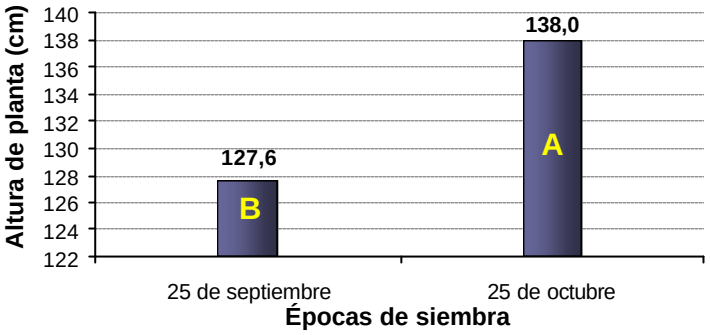


Figura 13. Altura de planta en distintas épocas de siembra

Analizando la figura 13 se advierte que la época 25 de octubre alcanzó el mayor promedio en altura de planta con 138 cm., mientras la época de siembra 25 de septiembre alcanzo el menor promedio en altura de planta con un valor de 127,6 cm.

Esta diferencia que existe entre la primera y la segunda época se atribuye a la mayor precipitación acumulada en la segunda época (25 de octubre) con un valor de 1342.0 mm en la segunda época, favoreciendo al cultivo en su desarrollo, de otra forma disminuyendo el ataque de plagas. Por otro lado en la primera época (25 de septiembre) La precipitación acumulada en dicho periodo es de 1170,3 mm, por tanto el cultivo en un principio no tubo un buen desarrollo vegetativo, el ataque de plagas también el parámetro de mayor importancia en altura de la planta de Arroz.

Se apreciar que según Test de rango múltiple de Duncan las variedades Dorado y Jasaye son estadísticamente iguales con un nivel de significancia del 5%; Las mismas difieren de la variedad Cheruje y la variedad Jisunú.

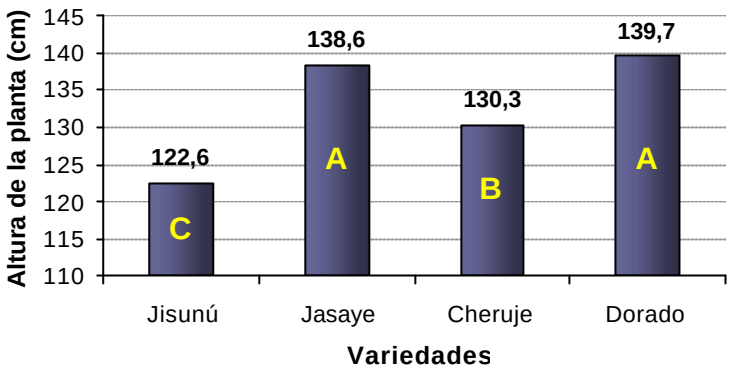


Figura 14. Altura de planta en distintas Variedades

Analizando la figura 14 se indica que la variedad Dorado (local) y Jasaye se ubican en el extremo superior con alturas de 139,7 y 138,6 cm. respectivamente seguido por la variedad Cheruje con un comportamiento intermedio con un valor de 130,3 cm. y por otro lado la variedad Jisunú tuvo menor altura con 122,6 cm. Estas diferencias se atribuye a la acumulación de materia orgánica en cada unidad experimental donde presentan mayor desarrollo foliar en los lugares bajos y las características genéticas de cada variedad. Tal como menciona Quiroz, (2003) La variedad Jasaye alcanzo el mayor promedio en altura con un valor de 114 cm y como variedad de porte bajo la variedad Jisunú 95,1 cm.

Los portes altos como la variedad Dorado presentan ciertas desventajas al momento de la cosecha forzando levantar las manos para cortar las panículas por el contrario las variedades de porte bajo como el Jisunú y otras variedades incomodan al agricultor al inclinarse para la cosecha manual, la ventaja que presenta son resistentes al acame Vergara, (1985).

5.3.2 Número de panícula por Golpe

Para esta variable de respuesta se tomo en cuenta la cantidad de panicula por golpe, de acuerdo al análisis de varianza como muestra el (cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de varianza para número de panícula por Golpe

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	20.42	6.81	1.56	0.36	ns
Épocas de siembra	1	10.01	10.01	2.29	0.23	ns
Error a	3	13.12	4.37			
Variedades de Arroz	3	251.10	83.70	25.65	0.0001	**
E * V	3	39.52	13.17	4.04	0023	*
Error b	18	58.74	3.16			
Total	31	392.92				
CV	12.7%					

El Análisis de varianza detecto diferencias altamente significativas (Pr<0.01) para las fuentes de variación variedades y diferencias significativas (Pr<0.05) para la interacción época de siembra por variedad. No se encontraron diferencias significativas para el resto de las fuentes de variación.

El coeficiente de variación (CV) 12.7% indica que los datos obtenidos y la metodología empleada en la recolección de los mismos fueron confiables, ya que tienen un rango menor al 30%, porcentaje considerado como mínimo para trabajos de campo; según Calzada (1982) indica un rango de 9 a 30 % de CV como aceptable en trabajos de campo. Además el análisis de varianza exhibe que no existen difencias significativas entre bloques, lo que significa que no existen diferencias en el factor suelo como se suponía.

A Continuación se presenta el test de rango múltiple de Duncan a un nivel de 5 %, para la variable número de panicula por golpe, entre variedades.

De acuerdo a la prueba de Duncan al nivel del 5% (figura 15) las variedades Dorado y Jasaye estadísticamente son iguales a un nivel de significancia del 5%, En tanto la variedad Jisunú es efectivamente diferente a la variedad Cheruje y diferente a las variedades antes mencionadas.

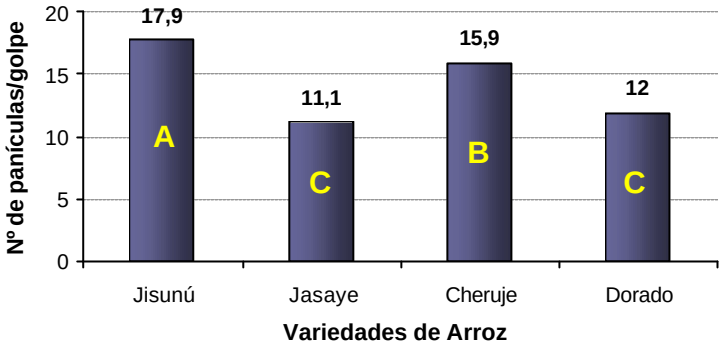


Figura 15 Nº de panículas/ golpe en distintas variedades

Ubicándose en el extremo superior la variedad Jisunú con un promedio de 17,9 panículas por golpe, seguido por la variedad Jasaye con un comportamiento intermedio de 15,9 panículas. Por tanto las variedades Jisunú y Jasaye presentaron el menor promedio en cuanto se refiere a número de panículas con valores de 12,0 y 11,1 respectivamente.

Estas diferencias entre variedades se pueden atribuir a la distancia de siembra entre cada variedades, pues a todas se asignó 30 centímetros entre hileras y 30 cm. entre golpes, pues por ejemplo la variedad Jasaye presenta mayor desarrollo foliar respecto de la variedad Dorado que tiene menor número de macollos y hojas. Otro factor que puede influir en el número de panículas por golpe puede ser el número de semillas por golpe que no es regulado por la sembradora manual y el genotipo de cada variedad.

El CIAT – Bolivia (2005), menciona que el promedio del número de panícula por golpe es de 13.7, 10.3, 15.4 y 23.7 panículas por golpe para las variedades Jasaye, Dorado, Cheruje y Jisunú respectivamente, los cuales son similares a los obtenidos en el presente ensayo que varían entre 17.93, 15.88, 12.01 y 11.05 para las mismas variedades

Como en el Análisis de Varianza se presenta significancia en la interacción entre Épocas de Siembra con Variedades de Arroz se efectúo el análisis de varianza de efecto simple se presenta a continuación.

Cuadro 17. Análisis de Varianza de efecto simple para la interacción

ANVA DE EFECTOS SIMPLES

FV	GL	SC	CM	F	P > F	Sig.
Variedad (25 sept.)	3	82.04	*27.35*	*8.39*	*0.00106*	**
Variedad(25 oct)	3	208.59	*69.53*	*21.33*	*3.74E-06*	**
Epocas(Jisunu)	1	7790.72	7790.72	2389.79	1.36E-20	**
Epocas(Jasaye)	1	2953.58	2953.58	906.01	7.56E-17	**
Epocas(Cheruje)	1	6088.87	6088.88	1867.75	1.23E-19	**
Epocas(Dorado)	1	3516.68	3516.68	1078.74	1.61E-17	**
Error	18	58.74	3.26			

Los resultados del análisis de varianza para la variable número de panicula por golpe (Cuadro 17) de análisis de efecto simple muestra que si existe diferencias altamente significativas en cuanto se refiere a la interacción entre épocas de siembra con variedades de Arroz. El efecto de la época es diferente en cada variedad, esto se explica mejor con la figura 16.

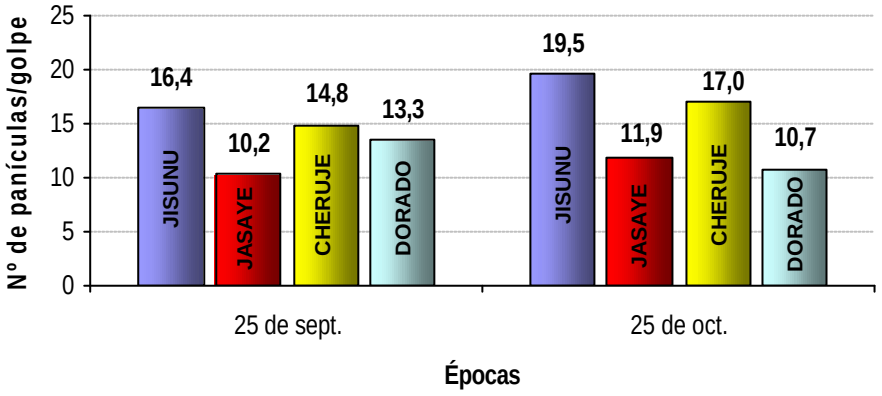


Figura 16. Número de panículas por golpe de efecto simple

Para la primera época de siembra (25 de septiembre), la variedad Jisunú presenta el mayor número de panículas por golpe con 16.4, las variedades Cheruje y Dorado presentan valores intermedios con 14.8 y 13.3 panículas por golpe respectivamente, en tanto la variedad Jasayé presenta el menor valor con 10.2 panículas por golpe. Para la segunda época de siembra (25 de Octubre), la variedad Jisunú presenta el mayor número de panículas por golpe con 19.5, la variedades Cheruje presenta

valor intermedio con 17.0 panículas por golpe, en tanto las variedades Jasayé y Dorado presentaron menores valores con 11.9 y 10.7 panículas por golpe respectivamente.

Para el análisis de ambas épocas de siembra se tiene que la variedad Jasayé presentó menor número de panículas por golpe respecto de la segunda época de siembra, esto se puede atribuir a la mayor precipitación que se registró en la segunda época lo que influyó en el mayor desarrolló de la planta y reduciendo la incidencia de plagas como petilla del arroz y chinche de la panícula que reducen notablemente el número de panículas por golpe comparando con las investigaciones del CIAT (2005).

5.3.3 Longitud de panícula

La variable longitud de panícula se determino a partir del último nudo de las cañas sin tomar en cuenta la arista posterior a la época de cosecha.

Cuadro 18. Análisis de varianza para longitud de panícula

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	9.70	3.23	5.31	0.101	ns
Épocas de siembra	1	3.51	3.51	5.77	0.090	ns
Error a	3	1.83	0.61			
Variedades de Arroz	3	34.05	11.35	6.84	0.003	—
E * V	3	3.94	1.31	0.79	0.514	ns
Error b	18	29.88	1.66			
Total	31	82.92				
CV	5.2 %					

Los resultados del análisis de varianza para la variable longitud de panícula (Cuadro 18) se observa una diferencia significativa en las variedades de Arroz. Por otro parte los Bloque, Épocas de siembra y la interacción entre épocas de siembra con variedades de Arroz resultaron ser no significativas. El coeficiente de variación tiene un valor de 5.2% el cual indica que los datos obtenidos son confiables.

Una vez que se determinó que existen diferencias altamente significativas entre variedades de Arroz se procede a la comparación de medias, utilizando la prueba de Duncan.

Analizando las variedades Jisunú, Cheruje y Dorado son estadísticamente iguales a un nivel de significancia del 5%. Por el contrario no alejándose demasiado la variedad Jasaye es distinto al primer grupo.

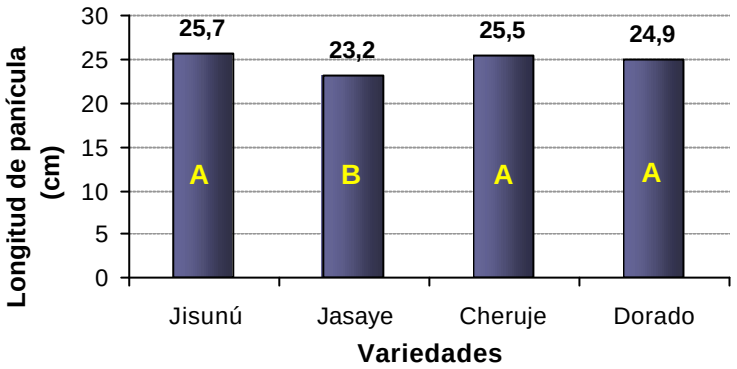


Figura 17. Longitud de panícula en distintas variedades

En la figura 17 Se observa en el extremo superior se ubica la variedad Jisunú con una longitud de panículas de 25,7cm es considerada variedad de panículas largas, seguido por las variedades Cheruje y Dorado con longitudes intermedias con 25,5 24,9 cm. respectivamente; finalmente la variedad Jasaye con una longitud menor de 23,1 cm. de panícula. Estas diferencias se atribuye a las características genéticas de cada variedad.

Al respecto, Leon & Arregocés (1985) indica que muchos investigadores se preocupan innecesariamente por el tamaño de la panícula como un objetivo de mejoramiento, considerando además que los caracteres de la panícula no causan o determina estrictamente el rendimiento, pero si puede ser de valor el grosor de raquis, el cual puede estar asociado con el de los tallos.

5.3.4 Numero de granos por panícula

Para este componente de rendimiento se determinó en el momento de la cosecha tomando en cuenta la cantidad de granos (llenos, vanas, verdes y otros.

Cuadro 19. Análisis de varianza para Número de granos por panículas

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	16224.26	5408.09	4.00	0.1424	ns
Épocas de siembra	1	14535.13	14535.13	10.75	0.0400	*
Error a	3	4056.86	1352.29			
Variedades de Arroz	3	24931.58	8310.53	7.93	0.0014	**
E * V	3	871.98	290.66	0.28	0.8410	ns
Error b	18	18867.57	1048.20			
Total	31	79487.40				
CV	16.1%					

Los resultados obtenidos para el análisis de varianza para la variable número de grano por panícula (cuadro 19) a un nivel de significancia del 5 % muestra que existen significancia para la fuente de variación épocas de siembra y variedades de Arroz, En tanto que entre bloques y la Interacción de Épocas con Variedades no existen diferencias significativas. El coeficiente de variación tiene un valor de 16.1% el cual indica que los datos obtenidos son confiables.

Una vez que se determinó que existen diferencias altamente significativas entre variedades de Arroz se procede a la comparación de medias, utilizando la prueba de Duncan.

La comparación de medias para épocas de siembra muestra que existe dos grupos bien diferenciados, el primero con la época de siembra 25 de octubre y el segundo con la época de siembra 25 de septiembre determinando que en los meses de octubre el factor precipitación fue adecuado para la fase reproductiva y en el mes de septiembre fue menor.

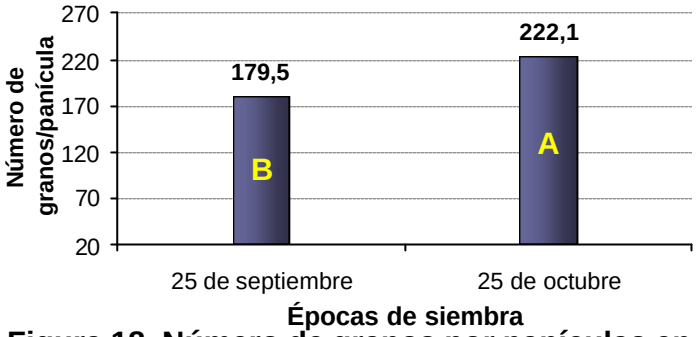


Figura 18. Número de granos por panículas en distintas épocas

Analizando la figura 18 se indica que la época de siembra 25 de octubre se ubica en el extremo superior con un valor de 222,1 granos por panícula, mientras en la época 25 de septiembre en el extremo inferior con un valor de 179,5 granos por panícula.

Las diferencias significativas entre épocas de siembra se atribuye a las condiciones climáticas de la zona en distintas épocas que ocurre en el periodo de floración hasta la fecundación, como temperatura, radiación solar y nutrientes tienen influencias significativas sobre el mismo. Tal como menciona Guzmán, (2002) el número de espiguillas se puede maximizar si durante la fase reproductiva la radiación solar es alta, la temperatura del aire es relativamente baja y las plantas son sanas y vigorosas.

Se observa que según el Test de rango múltiple de Duncan las variedades Cheruje, Jasaye y Dorado son estadísticamente iguales a un nivel de significancia del 5 %. Por el contrario la variedad Jisunú es distinto a las demás variedades antes mencionadas.

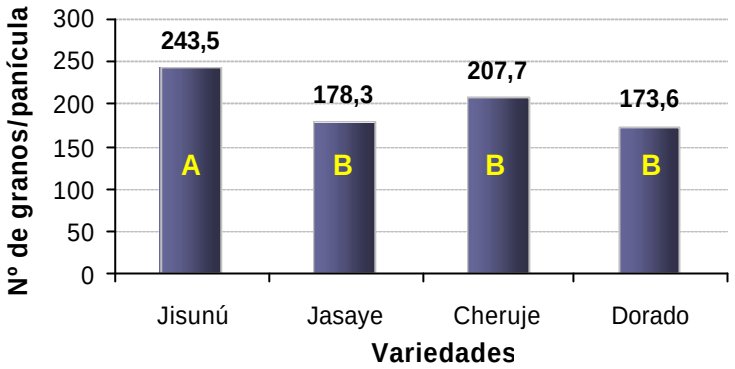


Figura 19. Número de granos por panículas en distintas variedades

Analizando la figura 19 se indica que la variedad Jisunú se ubica en el extremo superior con un promedio de 243,5 granos por panícula seguido por las variedades Cheruje y Jasaye con promedios de 207,7 y 178,3 granos por panículas respectivamente. Por otro lado la variedad Dorado tuvo menor número de granos por panícula con un promedio de 173,6.

En cuanto a número de granos por panícula en distintas variedades de Arroz se pueden atribuir a las características genotípicas de cada variedad cuando son panículas pequeña, se tiene menor número de granos por tanto para variedades de panículas largas contiene mayor número de granos, las plagas también es otro factor que disminuye el número de granos como los pájaros y la petilla hace que exista en la panoja granos vanos.

Al respecto, Vergara (1990) sostiene que el Número de espiguillas por panícula es otro componente del rendimiento por otro lado, Barbosa Filho (1987) indica que para conseguir altos rendimientotes necesario obtener alto número de granos por panículas.

5.3.5 Porcentaje de granos maduros

Este dato porcentual está relacionado con el número de granos completamente maduros (granos comerciales) respecto al total de granos de la muestra. Los granos maduros pueden ser fácilmente obtenidos del agua.

Cuadro 20. Análisis de varianza para porcentaje de granos maduros

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	805.16	268.38	5.05	0.108	ns
Épocas de siembra	1	862.68	862.68	16.23	0.028	*
Error a	3	159.45	53.15			
Variedades de Arroz	3	1256.31	418.77	7.12	0.002	**
E * V	3	37.19	12.40	0.21	0.888	ns
Error b	18	1059.31	58.85			
Total	31	4180.10				
CV	16.9%					

En el análisis de varianza (cuadro 20) para la variable porcentaje de granos maduros a un nivel de significancia del 5 %. Presenta un grado de significancia alta en lo que se refiere a la fuente de variación, épocas de siembra y variedades de Arroz.

Por otra parte los bloques y la interacción épocas de siembra con variedades de arroz no existen significancía. Es decir no influyen de manera preponderante al experimento, ya que las diferencias observadas son estadísticamente iguales.
El coeficiente de variación es de 16.9%, indica que no existe gran variación entre los datos.
Confirmando que se encuentra diferencias altamente significativas entre épocas y variedades se acude a la prueba de medias de Duncan.

La comparación de medias para épocas de siembra muestra que el 25 de septiembre es realmente diferente al 25 de octubre nos indica que cuencide con buenas condiciones climáticas en el llenado del grano.

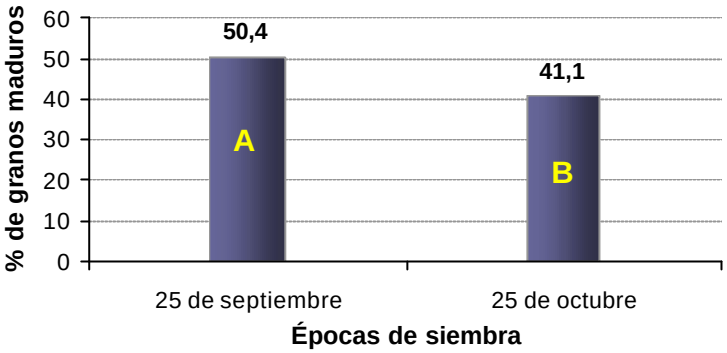


Figura 20. Porcentaje de granos maduros en Distintas Épocas de siembra

En la figura 20 se observa en el extremo superior se ubica con el mayor promedio en porcentaje de granos maduros a la época de siembra 25 de septiembre con un valor de 50,4% y presentando menor promedio a la época de siembra 25 de octubre con un valor de 41,1% de granos maduros.

Esta diferencia se atribuye a las condiciones climáticas en cada época de siembra los periodos lluviosos coinciden con la fase se floración por tanto el porcentaje de granos maduros es mayor.

Según el Test de rango múltiple de Duncan las variedades Jasaye, Dorado y Cheruje son estadísticamente iguales a un nivel de significancia del 5 %. Por el contrario la variedad Jisunú es distinto a las demás variedades antes mencionadas.

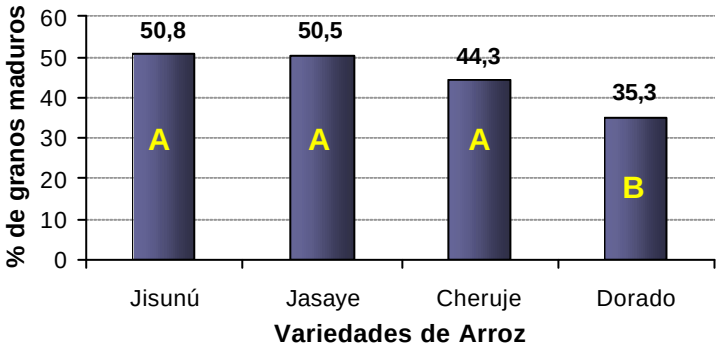


Figura 21. Porcentaje de granos maduros en distintas variedades

Analizando la figura 21 se indica que las variedades Jisunú y Cheruje se ubican en el extremo superior con un promedios de 50,8 y 50,5% de granos maduros respectivamente seguido de la variedad Cheruje con un valor de 44,3% de granos maduros y finalmente la variedad dorado con el menor promedio en porcentaje de granos maduros con un valor de 35,3%.

Esta variable de respuesta depende de la cantidad de asimilación de Carbono en el periodo desde la emergencia de las panículas hasta la etapa en que casi se completa el desarrollo de la cariópside.

En cuanto a la diferencia entre variedades de Arroz se atribuye a las características genéticas en las distintas variedades, siendo así la variedad Jisunu es una variedad de panículas largas por tanto tiene mayor oportunidad de tener el mayor porcentaje de granos maduros. se manifiesto variedades muy susceptible a plagas como es en caso de la variedad Dorado es susceptible al chinche del grano.

Según CIAT (1986), Indica que el porcentaje de granos llenos que hace importante durante la fase de maduración, la cantidad de espiguillas vacías determina el porcentaje de granos llenos.

5.3.6 Numero de panículas por m^2

En cultivo de Arroz de sistema chaqueado este dato se obtiene de la multiplicación del número de panículas de un golpe por el número de golpes de un m^2 (CIAT, 2004).

Cuadro 21. Análisis de varianza para Número de panícula por m^2

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	828.75	276.25	0.84	0.5550	ns
Épocas de siembra	1	561.13	562.13	1.71	0.2824	ns
Error a	3	985.62	328.54			
Variedades de Arroz	3	14959.25	4986.42	17.34	0.0001	**
E * V	3	6988.13	2329.38	8.10	0.0013	**
Error b	18	5175.13	287.51			
Total	31	29498.00				
CV	12.3 %					

En el análisis de varianza para la variable numero de panícula por m^2, se observa una diferencia altamente significativa entre variedades y la interacción de épocas de siembra con variedades de Arroz.

Por otra parte los bloques épocas de siembra resultaron ser no significativos. Ósea que no influyen de manera preponderante en el experimento, estos son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 5 %.

El valor de 12.3 % como coeficiente de variación indica que no existe gran variación entre los datos y que son confiables.

Una vez determinado que existen diferencias altamente significativas en variedades de Arroz se procede a la comparación de medias, la prueba de Duncan.

Según el Test de rango múltiple de Duncan existen dos grupos bien diferenciados las variedades del primer grupo son: Jisunu y Cheruje las cuales estadísticamente son iguales a un nivel de significancia del 5 %. Por el contrario las variedades conforman el segundo grupo son: Dorado y Jasaye es distinto a las demás variedades antes mencionadas.

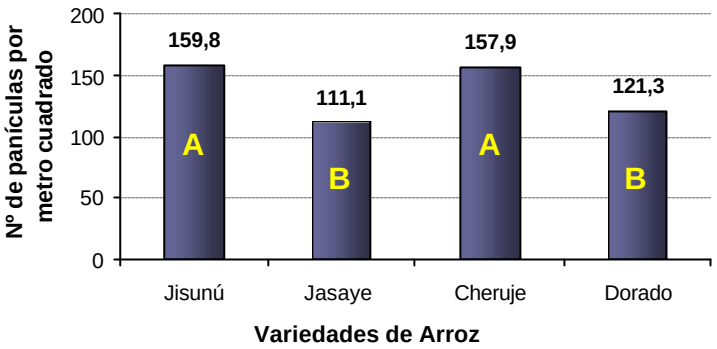


Figura 22. Número de panícula por m² en Distintas variedades

Analizando la figura 22 se indica que las variedades Jisunú y Cheruje se ubican en el extremo superior con un promedios de 159,8 y 157,9 panículas respectivamente seguido de la variedad Dorado con un valor de 121,3 panículas; finalmente la variedad Jasaye con el menor promedio con un valor de 111,1 panículas.
Estas diferencias se atribuyen a las características genéticas, las variedades Jisunu y Cheruje son variedades macolladoras por tanto también se obtiene mayor cantidad de panículas por metro cuadrado, por el contrario Jasaye y dorado presentan menor macollo.

Para esta característica Tinarelli (1989) indica que la intensidad y fecha de inicio de ahijamiento depende de las características genéticas de la variedad, de las condiciones climáticas y edáficas.

En esta variable de respuesta número de panículas por m² presenta significancia en la interacción entre Épocas de Siembra con Variedades de Arroz, por tanto se efectuó el análisis de efecto simple se presenta a continuación.

Cuadro 22. Análisis de Varianza de efecto simple para la interacción

FV	GL	SC	CM	F	P > F	Sig.
Varied(25 sept.)	3	6574.68	2191.56	7.62	0.00171	**
Varied(25 oct)	3	15372.68	5124.23	17.82	0.00001	**
Epocas(Jisunu)	1	612819.5	612819.50	2131.47	3.77E-20	**
Epocas(Jasaye)	1	296982.87	296982.88	1032.95	2.37E-17	**
Epocas(Cheruje)	1	599112.87	599112.88	2083.80	4.61E-20	**
Epocas(Dorado)	1	381159.5	381159.50	1325.73	2.59E-18	**
Error	18	5175.13	287.51			

Los resultados del análisis de varianza para la variable número de panicula por m^2 (Cuadro 22) de análisis de efecto simple muestra que si existe diferencias altamente significativas en cuanto se refiere a la interacción entre épocas de siembra con variedades de Arroz. El efecto de la época es diferente en cada variedad, esto se explica mejor con la siguiente gráfica de la figura 23.

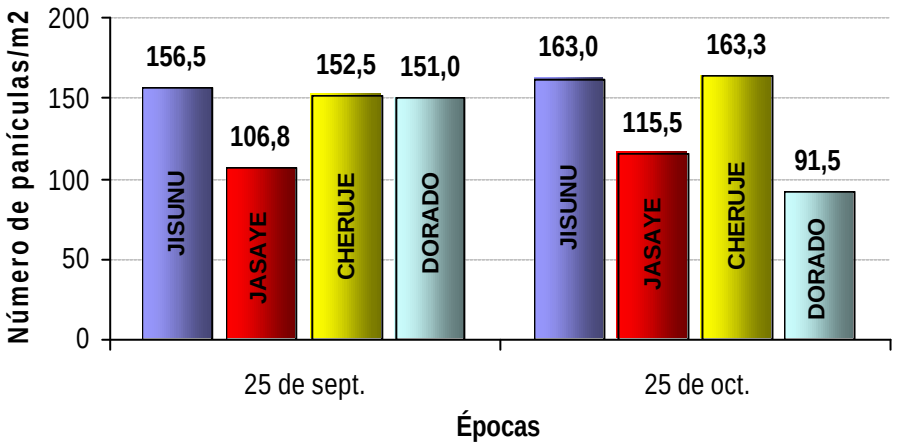


Figura 23. Número de Panícula por m^2 de efecto simple

Para la primera época de siembra (25 de septiembre), la variedad Jisunú presenta el mayor número de panículas por m^2 con 156,5 las variedades Cheruje y Dorado presentan valores intermedios con 152,5 y 151,0 panículas por m^2 respectivamente, en tanto la variedad Jasaye presenta el menor valor con 106,8 panículas por m^2.

Para la segunda época de siembra (25 de Octubre), las variedades Jisunú y Cheruje presentan el mayor número de panículas por m^2 con 163,3 y 163,0 panículas respectivamente, seguido de la variedad Jasaye presenta valor intermedio con 115,5 panículas por m^2, en tanto las variedad Dorado presenta menor valor con 91,5 panículas por metro cuadrado.

Para el análisis de ambas épocas de siembra se tiene que la variedad Jasayé presentó menor número de panículas por m^2 en la primera época de siembra, esto se puede atribuir a la menor precipitación pluvial que se registró en la primera época, Por otro lado en la segunda época de siembra la variedad Jasaye aumento, por el contrario bajo en número de panículas por m^2 la variedad Dorado que afectó la precipitación pluvial al mayor desarrolló de la planta y reduciendo la incidencia de plagas como petilla del Arroz y chinche de la panícula que reducen notablemente el número de panículas por m^2 comparando con las investigaciones del CIAT (2005).

5.3.7 Peso de 1000 semillas

La variable peso de 1000 semillas se determino pesando en una balanza analítica de precisión a partir de muestras en el laboratorio.

Cuadro 23. Análisis de varianza para peso de 1000 semillas

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	7.28	2.43	0.15	0.930	ns
Épocas de siembra	1	1.66	1.66	0.10	0.770	ns
Error a	3	49.46	16.49			
Variedades de Arroz	3	1071.66	357.22	45.96	0.001	—
E * V	3	37.54	12.51	1.61	0.222	ns
Error b	18	139.91	7.77			
Total	31	1307.52				
CV	7.7%					

Los resultados del análisis de varianza para la variable peso de 1000 semillas (Cuadro 23) a un nivel de significancia del 5% muestra que existen diferencias

significativas para la fuente de variación variedades de Arroz, en tanto que para Bloques, épocas de siembra y la interacción entre épocas de Siembra con Variedades de Arroz no existen diferencias significativas. El coeficiente de variación tiene un valor de 7.7% el cual indica que los datos obtenidos son confiables.

Una vez que se determinó que existen diferencias altamente significativas entre variedades de Arroz se procede a la comparación de medias, utilizando la prueba de Duncan.

Que según el Test de rango múltiple de Duncan muestra que efectivamente existen diferencia entre variedades, las variedades Dorado y Cheruje estadísticamente son iguales a un nivel de significancia del 5%; por tanto la variedad Jasaye es diferente a las dos variedades antes mencionada y muy diferente a la variedad Jisunú.

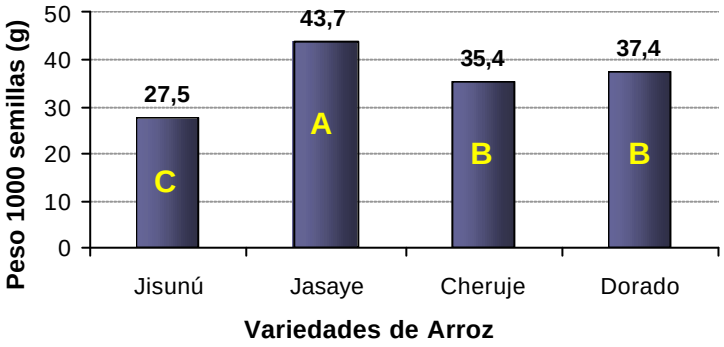


Figura 24. Peso de 1000 semillas en distintas variedades

En la figura 24, muestra que la variedad Jasaye efectivamente alcanzo el mayor promedio en cuanto se refiere al peso de 1000 semilla con un valor de 43,7g; seguido por las variedades Dorado y Cheruje con promedios intermedios con 37,4 y 35,4g respectivamente, en tanto la variedad que obtuvo el menor promedio en peso de grano es la variedad Jisunú con un valor de 27,5g.

Las diferencias significativas entre variedades de Arroz se pueden atribuir a las características genéticas, las condiciones climáticas de la zona las cuales difieren en

cada época y las características del grano es otro factor que determina el peso de 1000 semillas.

Al respecto, Vergara (1990) indica que la disminución del peso de 1000 granos mas de lo esperado podría ser debido a que las condiciones ambientales después de la floración no fueron favorables (deficiencia nutricional, escasa hojas para producir alimento, tiempo nublado, etc. Asimismo, CIAT – Bolivia (2005), menciona para incrementar el peso del grano se requieren las siguientes condiciones favorables durante los últimos 45 días antes de la cosecha.

- Alta radiación solar.
- Plantas en condiciones sanas
- Ausencia de estreses.
- Plantas en condiciones sanas

El estrés causado por altos o bajas temperaturas, baja luminosidad y y enfermedad durante el inicio de la formación de la semilla, podrá causar reducción en el número de células a ser formadas en el endospermo limitado de esa forma la capacidad de almacenamiento del almidón.

5.3.8 Rendimiento

Esta variable de respuesta es de suma importancia, porque determina la productividad del cultivo, en grano; para su evaluación se tomó en cuenta la época apropiada. Al respecto Guzmán (2003), menciona que la calidad de Arroz y el mayor o menor rendimiento en grano, depende en gran medida de realizar la cosecha en el momento oportuno.

Cuadro 24. Análisis de varianza para rendimiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	2406787.03	802262.34	1.99	0.293	ns
Épocas de siembra	1	222261.11	222261.11	0.55	0.511	ns
Error a	3	1208038.40	402679.47			
Variedades de Arroz	3	4318646.94	1439548.98	3.67	0.032	–
E * V	3	2636421.39	878807.13	2.24	0.118	ns
Error b	18	7052171.10	391787.28			
Total	31	17844325.98				
CV	14.8 %					

Los resultados del análisis de varianza para rendimiento (Cuadro 23) con una significancia del 5% muestran que no existen diferencias significativas en las fuentes de variación Bloques épocas de siembra y la interacción de épocas de siembra con las variedades de Arroz. El coeficiente de variación registró un valor de 14.8% indicando confiabilidad en los datos obtenidos.

Una vez que se determinó que existen diferencias significativas entre variedades de Arroz se procede a la comparación de medias, utilizando la prueba de Duncan.

Según el Test de rango múltiple de Duncan muestra que efectivamente existe diferencia entre variedades, las variedades Jisunú y Dorado estadísticamente son iguales a un nivel de significancia del 5%; por tanto la variedad Jasaye es muy diferente a las dos variedades antes mencionada y muy diferente a la variedad Cheruje.

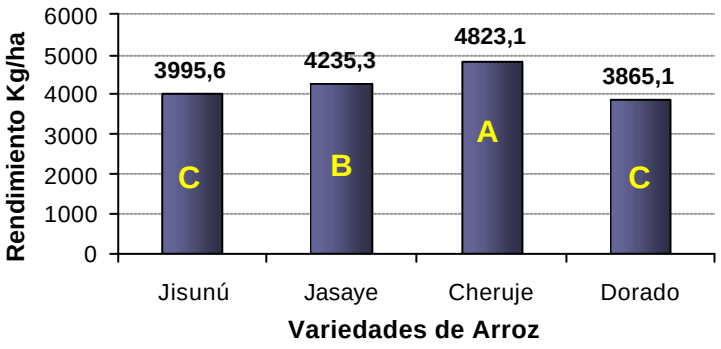


Figura 25. Rendimiento en distintas variedades

La figura 25, muestra que la variedad Cheruje alcanzó el rendimiento mas alto con un valor de 4823.1 Kg/ha, en tanto que la variedad Jasaye obtuvo el rendimiento intermedio con un valor 4235,3 Kg/ha, mientras que las variedades Jisunú y Dorado alcanzaron los rendimientos más bajos con 3995,6 y 3865,1 Kg/ha.

Siendo el rendimiento el más importante de los indicadores de eficiencia del cultivo, cabe señalar que este resume los resultados obtenidos en cuanto a número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panícula, % de granos maduros y peso de 1000 granos maduros. De todo lo anterior se debe aclarar que en relación a la variedad Dorado la cual adquiere el menor grado de rendimiento presenta mayor efecto ocasionado por las variables porcentaje de granos maduros y número de granos por panícula habiendo obtenido en estas variables explicativas el último lugar sin embargo puede también considerarse como factor influyente el volumen de grano; por otro lado la variedad de mayor rendimiento corresponde a la variedad Cheruje, se puede decir respecto de ella en relación a sus variables explicativas que existe un comportamiento estable, correspondiendo al segundo lugar en la mayoría de las variables.

Era de esperarse que la variedad Jisunú presentaría el mayor nivel de producción, más la variable de rendimiento que mayor efecto tuvo sobre esta es el bajo peso de las semillas, motivo por el cual ocupa el tercer lugar en producción.

Con los resultados obtenidos podemos decir que el rendimiento es una característica varietal que depende de las condiciones propias de la planta para manifestar su máximo potencial de rendimiento en determinadas condiciones ambientales, no siendo de consideración el efecto de las épocas de siembra para el nivel de rendimiento, pero sí es de importancia en el comportamiento agronómico.

Al respecto, CIAT (1986) determinó que el 81,4% de la variación total en el rendimiento del grano se debe a los componentes del rendimiento distribuido al 60,2% que atribuye solo la variación en el número de panículas por metro cuadrado y el 21,2% restante al porcentaje de granos llenos y al peso de 1000 granos.

5.4 Análisis económico del Beneficio costo de los tratamientos

Una vez realizada la colecta y trilla se procede al pulido en la peladora de Arroz, donde las perdidas para este efecto es de 40% del peso en chala en las variedades de grano extra largo como para la variedad Jisunú, para la variedad Cheruje una perdida de 35% y para la variedad Jasaye y Dorado en un 30%

5.4.1 Beneficio Bruto

A un precio a la venta en el lugar para las variedades Jisunú a 3,6 Bs/kg, Jasaye 3,0 Bs/Kg, Cheruje a 3,3 Bs/Kg y Jasaye 3,0 Bs/Kg el análisis económico del ensayo se muestra en la figura 26, con un ajuste del rendimiento obtenido en grano blanco restándole un 5%, con el fin de eliminar la sobreestimación del ensayo.

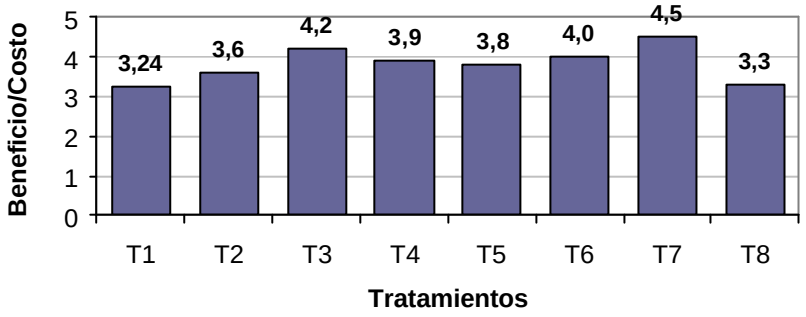


Figura 26. Relación Beneficio Costo (B/C) de los tratamientos

Tomando en cuenta los costos de producción y el beneficio neto, se determino la relación beneficio costo (B/C), donde todos los tratamientos tienen valores aceptables según Perrin, et al (1978), que menciona que un valor de la relación B/C mayor a 1 es aceptable; el valor más alto registrado fue de la variedad Cheruje en la segunda época (25 de octubre) con un índice de 4,5 el cual quiere decir que por cada unidad invertida se puede ganar de 4,5 unidades en la variedad Cheruje.

5.5 Evaluación participativa con productores.

Para este estudio se realizo una evaluación con 15 participantes los cuales fueron encuestados con el objetivo de dar un puntaje a dicha variedad de su preferencia que se realizo en la fase de cosecha y post cosecha a continuación se detalla en la siguiente figura 27.

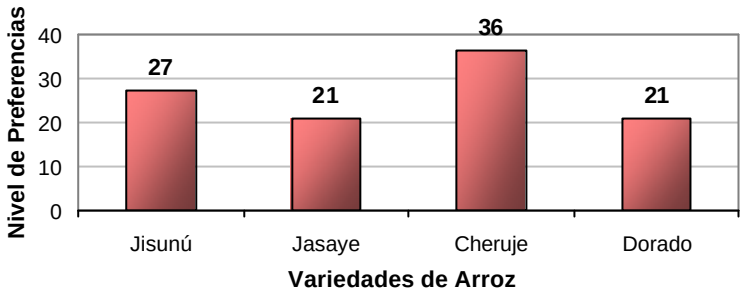


Figura 27. Nivel de preferencias de variedades por los agricultores

Las preferencias por los agricultores fue la variedad Cheruje, la cual presento las siguientes características que se indican a continuación:

a) El rendimiento del Cheruje es alto, b) tienen buen peso, c) presenta un precio intermedio en el mercado, d) es de fácil desgrane, e) grano cristalino, f) no cuesta cosechar, g) es fácil trillado, h) es rápida en cocer y de muy buen sabor.

Como segundo lugar en preferencia se tiene a la variedad Jisunu que presenta las siguientes características:

a) Por ser una variedad de granos largos cristalinos, b) por tener buen precio en el mercado, c) por ser de fácil cocción; la única desventaja por la que no optaron fue por presentar portes bajos que hace dificultoso en la cosecha y es moderadamente difícil al trillado. Las variedades antes mencionadas fueron muy notorias en la preferencia por los agricultores por las condiciones presentadas anteriormente. En cuanto a las variedades Jasaye y Dorado tuvieron menor preferencia por los productore y el beneficio que ofrece en el mercado.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

La primera época de siembra (25 de septiembre) emergió en un promedio máximo de 9 días todas las variedades. Por el contrario la segunda época (25 de octubre) emergió en tan solo 6 días en todas las variedades en un 90%.

Los días a la cosecha en la primera época La variedad que tuvo mayor ciclo de cultivo fue la variedad Cheruje con 126 días y la que tiene menos ciclo fue Dorado con 95 días. En cuanto a la segunda época la variedad que se destaca es la variedad Jisunú con 108 días del mismo modo la variedad de menor ciclo fue la variedad Dorado con 94 días.

La presencia del falso carbón del Arroz fue mas notoria en la variedad Cheruje en la segunda época (25 de octubre) con un rango de 5 (6 -25%); por presentar mayor humedad relativa en dicha época. En cambio las variedades Jisunú en la primera época; Jasaye y Dorado en ambas épocas tuvieron incidencia del 1%.

La presencia del la petilla del Arroz fue mas notorio en las tres variedades introducidas como el Jisunú, Jasaye y Cheruje en la primera época de siembra (25 de septiembre) con un rango de 5 (6 – 25%) para las tres variedades por ser una época de menor precipitación, observando la diferencia en la segunda época disminuyo la incidencia de la petilla a un rango de 3 para las tres variedades.

El rendimiento es uno de los principales objetivos que persigue el estudio ya que determina en gran manera otros aspectos como los ingresos netos dentro las variedades que se destacó fue Cheruje con 4823,1 Kg/ha y la variedad que presentó menor rendimiento fue la variedad Dorado con un valor de 3865,1 kg/ha no habiendo diferencia en ambas épocas de siembra.

Siendo el rendimiento el más importante de los indicadores de eficiencia del cultivo, cabe señalar que este resume los resultados obtenidos en cuanto a número de golpe por metro cuadrado, número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panícula, % de granos maduros y peso de 1000 granos maduros.

La mayor altura corresponde a la segunda época (25 de octubre) con un valor promedio de 138 cm, en cuanto a variedades Dorado alcanzó la mayor altura con un promedio de 138,6 cm y con menor altura la variedad Jisunú 122,6 cm

Con respecto a la longitud de panícula se destaca la variedad Jisunú con 25,7 cm. la variedad Jasaye alcanza el menor valor en longitud de panículas con 23,1cm. Estos aspectos no influyen en el rendimiento ya que debe estar relacionado con el peso de grano en el volumen que presenta la panoja.

En el componente Número de panículas por golpe presento gran significancia en cuanto se refiere a épocas y variedades, por tanto la variedad que mas se destacó en la primera época (25 de septiembre) fue Jisunú con un valor de 16,4 panículas por golpe y la que obtuvo menor número de panículas fue la variedad Jasaye con 10,2 en la misma época de siembra; De a misma forma para la segunda época (25 de octubre) la variedad que mantiene su lugar es Jisunú con 19,5 panículas por golpe, la variedad Dorado presenta el menor numero de panículas por golpe con 10.7 en la época antes mencionada.

En cuanto se refiere a número de granos por panícula se tiene mayor promedio en la segunda época con un valor de 222,1 granos por panículas y seguido de la primera época con 179,5. En cuanto a variedades la que mas se destacó fue la variedad Jisunú con un promedio de 143,5 granos, la variedad que muestra el menor promedio es Dorado con 173,5 granos.

Otro de los componentes mas importantes para el cálculo de rendimiento es el porcentaje de granos maduros para esto se toma en cuenta el mayor promedio

alcanzado en la primera época con un valor de 50, 4% y la segunda época con 41,1% de granos maduros.

En cuanto a variedades la que mayor promedio presenta es la variedad Jasaye con 50,8% de granos maduros y la de menor promedio es la variedad Jisunú con 35,4%.

El número de panículas por metro cuadrado también manifestó una alta significancia en épocas de siembra con variedades de Arroz, por tanto la variedad que se destaco en la primera época es Jisunú con 156,5 panículas y con menor panícula la variedad Jasaye con 105,7 en la misma época. Del mismo modo para la segunda época las variedades que se ubican en el extremo superior son la variedad Cheruje y Jisunú con valores de 163,3 y 163 panículas respectivamente, y la variedad que menor número de panícula es la va variedad Dorado con 91,6.

Con respecto al peso de mil semillas la variedad que se ubica en el extremo superior es Jasaye con un valor de 43,6 g y la variedad considerada de menos peso es Jisunú con 27,4g.

En el aspecto económico las variedades de mayores ingresos fueron Cheruje y Dorado en la primera época de siembra (25 de septiembre) con beneficios netos de 7376,7 y 6312,2 Bs. respectivamente; en la segunda época las variedades que se destacaron en cuanto beneficio neto fueron las variedades Cheruje y Jasaye con 7789,7 y 6715,9 Bs. respectivamente.

7. RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se establecen las siguientes recomendaciones:

Para que la información sea más precisa se recomienda continuar con ensayos de rendimiento con las variedades sobresalientes en localidades adyacentes bajo diferentes épocas de siembra, para determinar su adaptabilidad.

En los próximos ensayos complementar con evaluaciones sobre tolerancia a estrés de sequías y resistencia a enfermedades.

Realizar una investigación sobre el control Biológico de la petilla del Arroz (*Tibraca limbativentris*) sabiendo que es una plaga mayor difundida en la zona.

Realizar proyectos sobre la cadena productiva del Arroz en la Zona de estudio.

8. BIBLIOGRAFIA

Arteaga, M. 1996 Evaluación Comparativa de variedades de Arroz introducidas en la zona de colonización Yucumo – Rurrenabaque.

Asbhy, j. 1991. Manual para la evaluación de tecnologías con productores. IPRA (Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura).

http://www.ine.com/arroz/html

Barker y Herat, 2002. Arroz, cultivo y manejo (en línea). San José, CR. Consultado 2 de jun. 2002. disponible en

http://www.infoagro.com/arroz/html

Bedendo i (1995). Ambiente e Doenca. in manual de Fitopatologia: principios e conceitos. editado por Armando Bergamin Filho, Hiroshi Kimati, Lilian Amorin. editora Agronómica Ceres: Sao pablo, Brasil. volumen i. tercera edición. p. 333 – 334p.

Berlijn, j. 1991. Cultivos Básicos, área: producción vegetal. editorial Trillas. df, me. 72 p.

Calzada, b, j. 1997 Métodos Estadisticos para la Investigación. tercera edición, editorial Jurídico s.a. Lima Perú.

Centro De Investigación Agrícola Tropical (CIAT BO), 2005. Variedades Recomendadas De Arroz Para Sistema De Chaqueado Y Mecanizado. Informe Anual Del Mes De Marzo. Santa Bo. 14 P.

Centro De Investigación Agrícola Tropical (CIAT), 1996. Arroz, Recomendaciones Técnicas. Santa Cruz, Bo. 81 P.

Centro Internacional Agrícola Tropical (CIAT), 1991. Informe Anual De Arroz. gestión 1990. Cali, Co. Pp 34 – 40.

_____, 2003. Manual de Arroz para sistema chaqueado, Santa Cruz De La Sierra. Bolivia, junio de 2003. 30 P.

_____, 1995. Nuevas Variedades de Arroz para secano: Sacia 3 (Tutuma) Y Sacia 4 (Jisunú). Informe Anual. Santa Cruz, Bo. Pp 1 – 14.

_____, 1993. Nuevas variedades de Arroz para secano: Jisunu, Chruge Y Jasaye. Informe Anual. Santa Cruz, Bo. Pp 16 – 30.

_____, 1991. Recomendaciones Técnicas para el cultivo del Arroz. Santa Cruz, Bo. 31 P.

_____, 1991. Control de malezas en Arroz en siembra asociada con Calopogonium. *(Calopogonium muconoides)*. Informe Anual. Santa Cruz, Bo. Pp 54 – 60.

_____, 1983. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Programa de pruebas Internacionales del Arroz para América Latina. Cali, Co. 62 P.

Crslp (Consejo Regional de Semillas de La Paz, Bo), 1994. encuesta A productores de Arroz en las Regiones de La Paz y Beni. La Paz, Bo. 120 P.

Cruz, J. 2000. Estudio del comportamiento agronómico y fenológico en sistemas de monocultivo y asociación de Arroz *(Oriza sativa L.)* y Caupí *(Vigna unguiculata L.)* en la localidad de Caranavi, para la época invernal. tesina Tec. Sup. Agr. Caranavi, La Paz, Bo. 81 P.

Chandler, R. 1993. Arroz en los trópicos. Ica (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Cr). serie de investigaciones. San José, Cr. 280 P.

De Datta. (1986). Producción de Arroz, Fundamentos y practicas. Editorial Limusa Df, Me. 290 P.

Fao (Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación, It). 2001. Preocupación Sobre Las Técnicas Actuales De Producción De Arroz. Comisión Internacional Del Arroz. (En Línea). Consultado 14 De Jun. 2002. Disponible En Http://Www.Infoagro.Com/Fao./Html

FENCA (Federación Nacional de Cooperativas Arroceras). 2006. Memoria. 3er. Encuentro nacional de pequeños productores de arroz. Santa Cruz. Bolivia 21 y 22 de septiembre 2005. 89 p.

Igm (Instituto Geográfico Militar, Bo) 1997. Mapa Geográfico De La Provincia Caranavi. La Paz, Bo.

IGM (Instituto Geográfico Militar, Bo) 2000. Atlas Digital De Bolivia. 1 Disco Compacto, 8 Mm.

Guzmán R. 2003. Manual Técnico De Arroz Para Pequeños Productores.

Limachi, M. 2003. Comportamiento agronómico de cuatro variedades de arroz en monocultivo y asociación con fríjol (*Phaseolus vulgaris L*.) en la localidad de Caranavi. Tesis Ing. Agr. U.M.S.A. Agronomía. La Paz. Bolivia. 70p.

Litsinger, 1993. Evaluación del potencial del incremento de producción en el trópico boliviano. Cochabamba, Bolivia. Pp 2-50.

Magder (Ministerio De Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Bo). 2000. Departamento de Estadísticas Agropecuarias. La Paz, Bo. Pp 4 – 74.

Montes De Oca, 1994. Geografía y recursos naturales de Bolivia. La Paz, Bo. 418 P.

Padrón, C. 1996. Diseños Experimentales con Aplicaciones a la Agricultura y Ganadería. Editorial Trillas. Df, Me. Pp 184 – 196.

Parson, D. 1993. Manuales de Educación Agropecuaria. Editorial Trillas, Df. Me, 62 P.

Pdm (Plan de Desarrollo Municipal de Caranavi, Bo). 2001. Ibis Consultores. Caranavi, La Paz, Bo. Pp 10 – 45.

Pdm (Plan de Desarrollo Municipal de Yucumo, Bo). 2001. Ibis Consultores. Yucumo, Beni, Bo. Pp 85 – 120.

Perrin, Et Al. 1978. Formulación de Recomendaciones a partir de datos Agronómicos. Manual Metodológico de Evaluación Económica. Df, Me.

Quiroz, H. 2004. Evaluación Agronómica de variedades precoces y variedades tardias en la zona de Alto Beni Tesis Ing. Agr. U.M.S.A. Agronomía. La Paz. Bolivia. 78p.

Quiroga, M. 1992. Control de Malezas en el cultivo del Arroz en tres densidades de siembra en los Yungas de La Paz. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bo. 150 P.

Robles S. 1990. Producción de Grano y forrajes, quinta edición. Noriega Editores. Editorial Limusa México D.F.

SENAMI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica, Bolivia), 2006. Registro Climático de Rurrenabaque, La Paz Bolivia

Tinarelli, A. 1989. El Arroz. segunda edición Mundi-Prensa. Madrid, (España). 575 P.

Tintaya, (2002), Evaluación del rendimiento de producción de maíz (*Zea maíz*) Variedad Tuxpiño blanco, en parcelas con cobertura vegetal Kudzu tropical (*Peueraria phoseuloides*) en invierno. P. 14 -17.

Valverde, 1992. Guía para la Planificación de la Parcela. Institucional Yucumo. La Paz, Bo. 39 P.

Vergara B. (1990). Guia Del Agricultor para el cultivo del Arroz. Editorial Limusa. México, Df: 221 P.

Viruez, J. 2001. Evaluación de 21 líneas y dos variedades de Arroz (O*riza Sativa*) Santa Cruz – Bolivia 53p.

Zarate, L. 1996. Evaluación Agronómica de dos variedades de Arroz a inundación bajo tres sistemas de cultivo de plántula en la provincia José Ballivián Beni, Tesis Ing. Agr. U.M.S.A. Agronomía. La Paz. Bolivia. 81p.

ANEXOS 1 Efecto de la temperatura (°C) sobre el crecimiento y el desarrollo de la planta de arroz

Crecimiento y desarrollo de la planta	Baja temperatura		Alta temperatura		Temp. óptima
	Rango	Efecto	Rango	Efecto	
Germinación	10	Inhibición	45	-	20-35
Emergencia de la plántula	12-13	Demorada	35	-	25-30
Enraizamiento	16	Raquitismo	35	-	25-28
Hoja	7-12	Decoloración de la hoja, raquitismo	45	Punta blanca, bandas cloróticas y manchas	31
Macollaje	9-16	Reducido	33	Reducido	25-31
Iniciación de la panoja	15	Demorada	-	Panoja blanca	-
Diferenciación de la panoja	15-20	Degeneración del ápice de la panoja, alta esterilidad de la espiguilla	38	Número reducido de espiguillas	-
Exerción de la panoja	22	Exerción incompleta, floración demorada	35	Esterilidad	30-33
Grano	12-18	Madurez irregular	30	Menor llenado del grano	20-25

ANEXOS 2 Análisis económico del Beneficio costo de los tratamientos

Trats.	R en Kg/ha	Pérdidas en el pelado (%)	R Grano Blanco	R A - 5%	PU	BB	BN	B/C
T1	3626,7	40	2176,0	2067,2	3,6	7442,1	5141,6	3,2
T2	3988,4	30	2791,9	2652,3	3,0	7956,8	5757,7	3,6
T3	4718,9	35	3067,3	2913,9	3,3	9616,0	7376,8	4,3
T4	4251,7	30	2976,2	2827,4	3,0	8482,2	6312,2	3,9
T5	4364,4	40	2618,7	2487,8	3,6	8956,0	6615,0	3,8
T6	4482,3	30	3137,6	2980,7	3,0	8942,1	6715,9	4,0
T7	4927,2	35	3202,7	3042,5	3,3	10040,4	7789,7	4,5
T8	3478,6	30	2434,7	2313,0	3,0	6939,0	4811,5	3,3

Bruto; BN = Beneficio Neto; B/C = Beneficio/Costo; PU = Precio Unitrio; BB = Beneficio Bruto; R A – 5% = Rendimiento Ajustado al 5%.

Costos de producción para Tratamiento 1 (primera época * variedad Jisunú)

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo Unit. Bs.	Costo Total Bs.
COSTOS FIJOS				
Machetes	4	Unidad	25	100
Sembradora manual	3	Unidad	50	150
Alquiler de terreno	1	Hectárea	400	400
COSTOS VARIABLES				
Preparación del terreno				
Rozado	4	Jornal	25	100
Tumbado	4	Jornal	25	100
Quemado	1	Jornal	25	25
Limpieza	6	Jornal	25	150
Siembra				
Selección de semilla	1	Jornal	25	25
Siembra	3	Jornal	25	75
Insumos				
Semilla	12	Kg.	8,8	105,6
Labores culturales				
Deshierbe	12	Jornal	25	300
Cosecha Cosecha arroz	10	Jornal	35	350
Post cosecha				
Trillado y secado	8	Jornal	25	200
Pelado	78,84	qq	2,5	197,1
Subtotal				2277,7
Imprevistos (10 %)				22,777
COSTO TOTAL				**2300,477**

BB = (Rdto. * Ajust Rendto.) * precio de venta
BN = (BB - CT)
B/C = BB/CP

BB	2176,04	0,05	3,6	7442,0568
BN	7442,057	2300,477		5141,5798
B/C	7442,057	2300,477		3,235005957

Costos de producción para Tratamiento 2 (primera época * variedad Jasaye)

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo Unit. Bs.	Costo Total Bs.
COSTOS FIJOS				
Machetes	4	Unidad	25	100
Sembradora manual	3	Unidad	50	150
Alquiler de terreno	1	Hectárea	400	400
COSTOS VARIABLES				
Preparación del terreno				
Rozado	4	Jornal	25	100
Tumbado	4	Jornal	25	100
Quemado	1	Jornal	25	25
Limpieza	6	Jornal	25	150
Siembra				
Selección de semilla	1	Jornal	25	25
Siembra	3	Jornal	25	75
Insumos				
Semilla	12	Kg.	8,8	105,6
Labores culturales				
Deshierbe	12	Jornal	25	300
Cosecha Cosecha arroz	8	Jornal	35	280
Post cosecha				
Trillado y secado	6	Jornal	25	150
Pelado	86,7	qq	2,5	216,75
Subtotal				2177,35
Imprevistos (10 %)				21,7735
COSTO TOTAL				**2199,1235**

BB = (Rdto. * Ajust Rendto.) * precio de venta
BN = (BB - CT)
B/C = BB/CP

BB	2791,85	0,05	3	7956,7725
BN	7956,773	2199,1235		5757,649
B/C	7956,773	2199,1235		3,618156279

Costos de producción para Tratamiento 3 (primera época * variedad Cheruje)

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo Unit. Bs.	Costo Total Bs.
COSTOS FIJOS				
Machetes	4	Unidad	25	100
Sembradora manual	3	Unidad	50	150
Alquiler de terreno	1	Hectárea	400	400
COSTOS VARIABLES				
Preparación del terreno				
Rozado	4	Jornal	25	100
Tumbado	4	Jornal	25	100
Quemado	1	Jornal	25	25
Limpieza	6	Jornal	25	150
Siembra				
Selección de semilla	1	Jornal	25	25
Siembra	3	Jornal	25	75
Insumos				
Semilla	12	Kg.	8,8	105,6
Labores culturales				
Deshierbe	12	Jornal	25	300
Cosecha Cosecha arroz	8	Jornal	35	280
Post cosecha				
Trillado y secado	6	Jornal	25	150
Pelado	102,58	qq	2,5	256,45
Subtotal				2217,05
Imprevistos (10 %)				22,1705
COSTO TOTAL				**2239,2205**

BB = (Rdto. * Ajust Rendto.) * precio de venta
BN = (BB - CT)
B/C = BB/CP

BB	3067,3	0,05	3,3	9615,9855
BN	9615,986	2239,2205		7376,765
B/C	9615,986	2239,2205		4,294345063

Costos de producción para Tratamiento 4 (primera época * variedad Dorado)

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo Unit. Bs.	Costo Total Bs.
COSTOS FIJOS				
Machetes	4	Unidad	25	100
Sembradora manual	3	Unidad	50	150
Alquiler de terreno	1	Hectárea	400	400
COSTOS VARIABLES				
Preparación del terreno				
Rozado	4	Jornal	25	100
Tumbado	4	Jornal	25	100
Quemado	1	Jornal	25	25
Limpieza	6	Jornal	25	150
Siembra				
Selección de semilla	1	Jornal	25	25
Siembra	3	Jornal	25	75
Insumos				
Semilla	12	Kg.	5,2	62,4
Labores culturales				
Deshierbe	12	Jornal	25	300
Cosecha Cosecha arroz	8	Jornal	35	280
Post cosecha				
Trillado y secado	6	Jornal	25	150
Pelado	92,42	qq	2,5	231,05
Subtotal				2148,45
Imprevistos (10 %)				21,4845
COSTO TOTAL				**2169,9345**

BB = (Rdto. * Ajust Rendto.) * precio de venta
BN = (BB - CT)
B/C = BB/CP

BB	2976,2	0,05	3	8482,17
BN	8482,17	2169,9345		6312,2355
B/C	8482,17	2169,9345		3,90895209

Costos de producción para Tratamiento 5 (Segunda época * variedad Jisunú)

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo Unit. Bs.	Costo Total Bs.
COSTOS FIJOS				
Machetes	4	Unidad	25	100
Sembradora manual	3	Unidad	50	150
Alquiler de terreno	1	Hectárea	400	400
COSTOS VARIABLES				
Preparación del terreno				
Rozado	4	Jornal	25	100
Tumbado	4	Jornal	25	100
Quemado	1	Jornal	25	25
Limpieza	6	Jornal	25	150
Siembra				
Selección de semilla	1	Jornal	25	25
Siembra	3	Jornal	25	75
Insumos				
Semilla	12	Kg.	8,8	105,6
Labores culturales				
Deshierbe	12	Jornal	25	300
Cosecha Cosecha arroz	10	Jornal	35	350
Post cosecha				
Trillado y secado	8	Jornal	25	200
Pelado	94,88	qq	2,5	237,2
Subtotal				2317,8
Imprevistos (10 %)				23,178
COSTO TOTAL				**2340,978**

BB = (Rdto. * Ajust Rendto.) * precio de venta
BN = (BB - CT)
B/C = BB/CP

BB	2618,71	0,05	3,6	8955,9882
BN	8955,988	2340,978		6615,0102
B/C	8955,988	2340,978		3,825746419

Costos de producción para Tratamiento 6 (Segunda época * variedad Jasaye)

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo Unit. Bs.	Costo Total Bs.
COSTOS FIJOS				
Machetes	4	Unidad	25	100
Sembradora manual	3	Unidad	50	150
Alquiler de terreno	1	Hectárea	400	400
COSTOS VARIABLES				
Preparación del terreno				
Rozado	4	Jornal	25	100
Tumbado	4	Jornal	25	100
Quemado	1	Jornal	25	25
Limpieza	6	Jornal	25	150
Siembra				
Selección de semilla	1	Jornal	25	25
Siembra	3	Jornal	25	75
Insumos				
Semilla	12	Kg.	8,8	105,6
Labores culturales				
Deshierbe	12	Jornal	25	300
Cosecha Cosecha arroz	8	Jornal	35	280
Post cosecha				
Trillado y secado	6	Jornal	25	150
Pelado	97,44	qq	2,5	243,6
Subtotal				2204,2
Imprevistos (10 %)				22,042
COSTO TOTAL				**2226,242**

BB = (Rdto. * Ajust Rendto.) * precio de venta
BN = (BB - CT)
B/C = BB/CP

BB	3137,59	0,05	3	8942,1315
BN	8942,132	2226,242		6715,8895
B/C	8942,132	2226,242		4,016693378

Costos de producción para Tratamiento 7 (Segunda época * variedad Cheruje)

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo Unit. Bs.	Costo Total Bs.
COSTOS FIJOS				
Machetes	4	Unidad	25	100
Sembradora manual	3	Unidad	50	150
Alquiler de terreno	1	Hectárea	400	400
COSTOS VARIABLES				
Preparación del terreno				
Rozado	4	Jornal	25	100
Tumbado	4	Jornal	25	100
Quemado	1	Jornal	25	25
Limpieza	6	Jornal	25	150
Siembra				
Selección de semilla	1	Jornal	25	25
Siembra	3	Jornal	25	75
Insumos				
Semilla	12	Kg.	8,8	105,6
Labores culturales				
Deshierbe	12	Jornal	25	300
Cosecha Cosecha arroz	8	Jornal	35	280
Post cosecha				
Trillado y secado	6	Jornal	25	150
Pelado	107,11	qq	2,5	267,775
Subtotal				2228,375
Imprevistos (10 %)				22,28375
COSTO TOTAL				**2250,65875**

BB = (Rdto. * Ajust Rendto.) * precio de venta
BN = (BB - CT)
B/C = BB/CP

BB	3202,68	0,05	3,3	10040,4018
BN	10040,4	2250,65875		7789,74305
B/C	10040,4	2250,65875		4,461094691

Costos de producción para Tratamiento 8 (Segunda época * variedad Dorado)

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo Unit. Bs.	Costo Total Bs.
COSTOS FIJOS				
Machetes	4	Unidad	25	100
Sembradora manual	3	Unidad	50	150
Alquiler de terreno	1	Hectárea	400	400
COSTOS VARIABLES				
Preparación del terreno				
Rozado	4	Jornal	25	100
Tumbado	4	Jornal	25	100
Quemado	1	Jornal	25	25
Limpieza	6	Jornal	25	150
Siembra				
Selección de semilla	1	Jornal	25	25
Siembra	3	Jornal	25	75
Insumos				
Semilla	12	Kg.	5,2	62,4
Labores culturales				
Deshierbe	12	Jornal	25	300
Cosecha Cosecha arroz	8	Jornal	35	280
Post cosecha				
Trillado y secado	6	Jornal	25	150
Pelado	75,61	qq	2,5	189,025
Subtotal				2106,425
Imprevistos (10 %)				21,06425
COSTO TOTAL				**2127,48925**

BB = (Rdto. * Ajust Rendto.) * precio de venta
BN = (BB - CT)
B/C = BB/CP

BB	2434,74	0,05	3	6939,009
BN	6939,009	2127,48925		4811,51975
B/C	6939,009	2127,48925		3,261595329

ANEXOS 3. Fotografías

Foto 1. Roza y Quema (Chaqueo)

Foto 2. Días a la emergencia del cultivo del Arroz en distintas variedades

Foto 3. Macollamiento de Arroz

Foto 4. Días a la floración en la segunda época en distintas variedades

Foto 5. Días a la madurez en la primera época en distintas variedades.

Foto 6. Cosecha de Arroz en la primera época en distintas variedades

Foto 7. Forma del Almacenado del Arroz

Foto 8. Secado del Arroz

Foto 9. Toma de datos de las variables de respuesta

Foto 10. Medición altura de planta

Foto 11. Medición de longitud de panícula

Foto 12. Medición de paniculas por metro cuadrado

ANEXOS 4. Cuestionario de evaluación participativa con productores

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN PARTICIPATIVA:
"EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CUATRO VARIEDADES DE ARROZ (Oriza sativa L.) BAJO DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA EN LA LOCALIDAD DE VILLA BORJANA PROVINCIA JOSÉ BALLIVIAN – BENI.

Nombre y apellidos: ……..……
Comunidad:……

A. VARIEDADES DE ARROZ

a) Asigne un puntaje a cada variedad, (4 al mejor y 1 al peor).

Jisunú … Jasaye … Cheruje … Dorado …

b) ¿Cual de las cuatro variedades prefiere cultivar, cuales son las razones?

……
……
……
……
……

COMENTARIOS……
……
……

ANEXOS 5. Datos de campo para diferentes épocas de siembra en la cuatro variedades de Arroz

Datos para la época 25 de septiembre

Bloque	Variedades	**A** Nº de gol./m²	**B** Nº de panic./gol.	**2** Nº de granos/pan.	**3** % de Granos maduros	**4** Peso de 1000 granos(g)	Sup. 10000 m²	Rendimiento (Kg/ha)
B1	Jisunú	10	17	287	28,6	24,6	1/10000	3432,7
B1	Jasaye	10	10,8	205,6	43,4	44,6	1/10000	4298
B1	Cheruje	10	19	251,8	32,3	33,5	1/10000	5176,7
B1	Dorado	10	12,5	171	53,5	34,5	1/10000	3945,3
promedio			14,825	228,85	39,45	34,3		4213,175
B2	Jisunú	10	18,2	205	40,5	24,6	1/10000	3717,2
B2	Jasaye	10	12,8	143,2	64	45,5	1/10000	5337,6
B2	Cheruje	10	12,6	187,6	48	47	1/10000	5332,6
B2	Dorado	10	13,8	172,6	51,3	38,2	1/10000	4667,7
Promedio		10	14,35	177,1	50,95	38,825	1/10000	4763,775
B3	Jisunú	10	14,2	190	48	29,14	1/10000	3773,7
B3	Jasaye	10	9,2	163,2	52,5	43,3	1/10000	3413,2
B3	Cheruje	10	12,6	167,6	55	34,3	1/10000	3983,8
B3	Dorado	10	12	133,4	55	37,5	1/10000	3301,6
Promedio		10	12	163,55	52,625	36,06	1/10000	3618,075
B4	Jisunú	10	16	176,4	46	27,6	1/10000	3583,3
B4	Jasaye	10	8	138,8	58	45,1	1/10000	2904,6
B4	Cheruje	10	14,8	130,4	68,4	33,2	1/10000	4382,6
B4	Dorado	10	15	147,6	62,5	36,8	1/10000	5092,2
Promedio		10	13,45	148,3	58,725	35,675	1/10000	3990,675

Datos para la época 25 de octubre

Bloque	Variedades	**A** Nº de gol./m²	**B** Nº de panic./gol.	**2** Nº de granos/pan.	**3** % de Granos maduros	**4** Peso de 1000 granos(g)	Sup. 10000 m²	Rendimiento (Kg/ha)
B1	Jisunú	10	18,6	339	23	27,9	1/10000	4051,98
B1	Jasaye	10	10,8	223,4	40,2	45,2	1/10000	4422,8
B1	Cheruje	10	17,4	211,2	41,2	33	1/10000	49994,4
B1	Dorado	10	11,2	196	40	41,5	1/10000	3640,5
promedio		10	14,5	242,4	36,1	36,9	1/10000	15527,42
B2	Jisunú	10	22,4	230	34	27,2	1/10000	4764,6
B2	Jasaye	10	15	225	39	41,98	1/10000	5525,6
B2	Cheruje	10	15,6	220	36,6	33,78	1/10000	4243,1
B2	Dorado	10	12	163	55	35,12	1/10000	3778,2
Promedio		10	16,25	209,5	41,15	34,52	1/10000	4577,875

B3	Jisunú	10	18	303,4	26	29,7	1/10000	4217,1
B3	Jasaye	10	11,8	189,4	46	41,9	1/10000	4307,6
B3	Cheruje	10	18	278	30	34,9	1/10000	5239,2
B3	Dorado	10	11,4	182	49,5	38,9	1/10000	3995,1
Promedio		10	14,8	238,2	37,875	36,35	1/10000	4439,75

B4	Jisunú	10	19	217	37	29	1/10000	4424
B4	Jasaye	10	10	138	63,6	41,85	1/10000	3673,1
B4	Cheruje	10	17	215	42,5	33,65	1/10000	5227,1
B4	Dorado	10	8,2	222,8	37,2	36,79	1/10000	2500,4
Promedio		10	13,55	198,2	45,075	35,3225	1/10000	3956,15

Rendimiento (Kg/ha) = (A) x (B) x 2 x 3 x 4 x 1 / 10000